

NOUVEAU SYSTÈME
DE
CHIMIE ORGANIQUE
FONDÉ
SUR DES NOUVELLES MÉTHODES D'OBSERVATION,
ET PRÉCÉDÉ
D'UN TRAITÉ COMPLET DE L'ART D'OBSERVER ET DE MANIPULER,
EN GRAND ET EN PETIT,
DANS LE LABORATOIRE ET SUR LE PORTE-OBJET DU MICROSCOPE;

PAR
F.-V. RASPAIL.

DEUXIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFONDUE,
ACCOMPAGNÉE
D'UN ATLAS IN-4° DE VINGT PLANCHES DE FIGURES DESSINÉES D'APRÈS NATURE,
ET GRAVÉES AVEC LE PLUS GRAND SOIN.

TOME DEUXIÈME.

Donnez-moi une vésicule organique, dans le sein de laquelle puissent s'élaborer et s'infiltrer à mon gré d'autres vésicules; et je vous rendrai le monde organisé.
—*Rech. physiol. sur les graisses et le tissu adipeux.* Lues à l'Académie, le 23 avril 1827.



PARIS,
CHEZ J.-B. BAILLIÈRE,
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DE MÉDECINE,
Rue de l'Ecole-de-Médecine, n. 17.
LONDRES, MÊME MAISON, 219, REGENT STREET.
1838.


KING'S COLLEGE
LONDON

TABLE DES MATIÈRES

DU DEUXIÈME VOLUME, PAR ORDRE DE CHAPITRES.

—

Pages

SUITE DU PREMIER GROUPE.

DEUXIÈME DIVISION.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DU TOME DEUXIÈME.

FAUTES ESSENTIELLES A CORRIGER

DANS LE DEUXIÈME VOLUME.

Pages.	Lignes.	
31	20	chlorure; LISEZ : chlore.
90	3	atmospérique ; LISEZ : atmosphérique.
97	22	d'un ; LISEZ : un.
117	23	fig. 6 ; LISEZ : fig. 4.
233	22	fig. 8 ; LISEZ : fig. 5.
ibid.	29	fig. 8 ; LISEZ : fig. 5.
234	26	fig. 8 ; LISEZ : fig. 5.
295	27	fig. 17 ; LISEZ : fig. 17'.
296	5	fig. 17 ; LISEZ : fig. 17'.
297	23	fig. 22 ; LISEZ : fig. 21.

N. B. De l'alinéa 2099, la numérotation passe brusquement à 3000. Cette interruption est le fait d'une inadvertance, qui n'influe en rien sur l'exactitude des citations et des renvois.

NOUVEAU SYSTÈME

DE

CHIMIE ORGANIQUE.

CLASSIFICATION.

(SUITE.)

PREMIÈRE CLASSE. — PREMIER GROUPE. — PREMIÈRE DIVISION : SUBSTANCES ORGANISÉES VÉGÉTALES (880).

DEUXIÈME GENRE (*).

INULINE (*Hélénine*, *alantine*, *d'élecampe*, *datiscine*, *dahline*) (**).

1088. Tous les caractères essentiels de la fécule (885), soit physiques, soit chimiques, conviennent à l'inuline, à l'exception du suivant : l'inuline ne se colore pas en bleu par l'iode ; ce réactif la colore en jaune, ainsi que tous les tissus organisés. Les chimistes admettent encore les différences suivantes : l'inuline ne donne pas, à la distillation, de l'huile empyreumatique ; 100 d'eau ne dissolvent que 2 d'inuline à froid ; l'eau bouillante au contraire la dissout en totalité, sans former avec elle un véritable *empois*, mais seulement une dissolution mucilagineuse. Sa pesanteur spécifique est de

(*) *Annal. des sciences natur.*, mars 1826, § 6. — *Bull. des sciences phys. et chim.*, décembre 1825.

(**) Selon qu'on l'avait extraite des racines de l'*Inula helenium* (inuline et hélénine), de l'*Angelica archangelica* (alantine), du *Datisca cannabina* (datiscine), du *Dahlia* (dahline).

1,35 (*Berzélius*, tom. V, p. 209); sa composition élémentaire n'a pas été examinée. La différence dans la coloration par l'iode est pour nous le seul caractère vraiment distinctif entre l'amidon et l'inuline; tous les autres découlent des circonstances de la manipulation ou des modifications accidentelles de l'organisation.

1089. Outre les végétaux auxquels cette substance a emprunté ses diverses dénominations, on l'a trouvée encore dans la racine des *Anthemis pyrethrum*, *Colchicum autumnale*, *Helianthus tuberosus* ou topinambour (1024), *Cichorium intybus*, *Leontodon taraxacum*, et dans les *Lichen fraxineus* et *fastigiatus*, par le procédé suivant :

1090. On râpe les racines, on les exprime, on les fait BOUILLIR AVEC DE L'EAU, et on filtre la dissolution bouillante à travers un linge : si elle est trouble, on clarifie avec du blanc d'œuf; on l'évapore ensuite jusqu'à pellicule, et on la laisse refroidir; l'inuline se dépose sous forme pulvérulente. On la recueille sur un filtre, on la lave bien et on la sèche. Les racines du *Dahlia* (*Georgina purpurea*) en ont donné, par ce procédé, 10 pour 100; celles de *l'Inula* 11 $\frac{1}{9}$; celles du *Leontodon taraxacum* 12, et celles du *Cichorium intybus* 12 $\frac{1}{4}$.

1091. Examinée au microscope, cette poudre blanche et pulvérulente ne dément pas l'analogie qu'elle offrait en grand avec l'amidon; et malgré la petitesse de ses grains, qui ne dépassent pas $\frac{1}{100}$ de millimètre, il est facile de constater que chacun d'eux est un organe vésiculaire.

1092. Mais remarquez que ces organes n'ont été obtenus isolément qu'après avoir été soumis préalablement à l'ébullition (909), et qu'en conséquence ils auront dû éclater et se dépouiller au moins d'une partie de leur substance soluble ; je dis *au moins d'une partie*, car l'eau, s'étant saturée du mucilage que les racines ci-dessus énumérées renferment en abondance, aura été moins propre à dissoudre ensuite la substance soluble de l'inuline.

1093. J'ai encore eu occasion de remarquer que les téguments de l'inuline s'étendent mille fois moins, dans l'eau bouillante, que ceux de la fécule ordinaire ; mais nous avons déjà vu (1025) que cette propriété varie dans les diverses fécules, et que les téguments ligneux, c'est-à-dire non colorables en bleu par l'iode, en sont tout-à-fait privés (997).

1094. Or, c'est à ces deux ou trois circonstances accidentelles, qu'il faut rapporter les différences constatées par les auteurs entre l'amidon et l'inuline. 1° Cette poudre est plus grumelée, plus craquante et moins friable que celle de l'amidon, parce que les téguments sont soudés entre eux par une portion de la substance soluble qui en est sortie, et que les plus grands lavages ne sauraient enlever, une fois qu'elle est protégée par la couche de téguments (960, 1011). 2° Cette poudre jouit d'une pesanteur spécifique moindre que la fécule, d'abord à cause de l'existence de ces grumeaux emprisonnant de l'air, et ensuite parce que les vésicules ont été vidées de leur substance gommeuse, et sont devenues plus légères en se combinant avec l'eau. 3° L'eau froide en dissout une faible quantité, parce qu'en pulvérisant cette poudre même grossièrement, on met toujours à nu une quantité de substance soluble, que les lavages n'avaient pas enlevée, et que d'un autre côté une partie des téguments isolés les uns des autres montent en suspension. 4° L'eau bouillante, je ne dirai pas la dissout, mais paraît la dissoudre, en faisant monter en suspension les téguments (959), et en désagrégeant les grumeaux que l'eau froide n'avait pas attaqués. 5° Mais cette dissolution apparente ne forme pas un véritable empois, à cause de la rigidité des téguments qui n'acquièrent pas un plus grand volume (1025). 6° Quant à l'huile empyreumatique, il y a eu sans doute erreur, car si les fibrilles les plus pures en donnent, pourquoi l'inuline n'en donnerait-elle pas ? Ensuite il est bon de faire observer que l'amidon de froment en donnera plus que les autres, à cause des substances étrangères qu'il renferme, même à l'état de la plus grande pureté.

7° On ne peut obtenir l'inuline à froid, soit à cause de la petitesse de ses grains, qui, s'enveloppant d'un mucilage épais, empruntent par là une pesanteur spécifique doublement moindre que les grains de fécule de pomme de terre, soit à cause de la ténacité des organes qui la renferment. L'eau bouillante brise et dépouille ceux-ci, et rend plus liquide le mucilage. En conséquence, ainsi que je l'ai dit au commencement de cet article (1088), le seul caractère essentiel qui distingue l'inuline de l'amidon, c'est sa coloration par l'iode.

1095. Pour réduire à leur juste valeur les prétendues combinaisons de l'*inuline* avec les *acides* ou les *bases salifiables* (*), je renverrai à ce que j'en ai dit, en parlant de l'amidon (941, 945). Mais ce que je n'ose plus, en 1832, réfuter aussi sérieusement que je le faisais en 1825, c'est l'existence d'une combinaison intime d'amidon et d'inuline que, d'après un travail de Pelletier et Caventou (**), Berzélius adopte, en la défigurant dans sa *Chimie* (pag. 210, t. V). « Lorsque l'inuline et l'amidon ordinaire, dit le chimiste suédois, sont mêlés dans une dissolution, l'amidon se précipite avec l'inuline quand celle-ci prédomine; mais si l'amidon est en excès, l'inuline reste dissoute. » Les chimistes français avaient poussé plus loin la théorie de cette piquante combinaison, de cette espèce d'*inulure d'amidon*, et ils avaient même indiqué l'infusion de noix de galle, comme un excellent réactif pour reconnaître le mélange. D'après eux, le précipité formé dans ce mélange ne devait disparaître que vers 100°, tandis que, si l'amidon avait été pur, le précipité aurait disparu à 50° (*comme l'a observé Thompson,* ajoutaient-ils). Je ne sais pas pourquoi les auteurs que je viens de citer se sont arrêtés en si beau chemin, et pourquoi ils n'ont pas admis

(*) D'après Berzélius, la strontiane et la chaux ne précipitent pas l'inuline, comme le fait la baryte, dont le précipité est soluble dans l'eau bouillante. Il y a certainement erreur dans les faits; les expériences n'auront pas été comparatives.

(**) Voyez *Bull. des Sc. physiq. et chim'q.* déc. 1825.

une combinaison d'amidon et de sable de rivière, une d'amidon et de *mica*, etc. ; car il est certain que ces substances ne se précipitent jamais quand *l'amidon prédomine*, c'est-à-dire quand il est épaissi sous la forme d'*empois* ; et alors on est tout aussi bien autorisé à les croire dissoutes que l'inuline, dans le cas rapporté par Berzélius.

1096. Voulez-vous un excellent réactif, pour reconnaître un mélange (car ce n'est qu'un mélange) d'amidon et d'inuline ? colorez par l'iode, et observez au microscope ; vous ne manquerez pas de distinguer les grains blancs ou jaunes de l'inuline, parmi les grains bleus de l'amidon.

1097. On trouve dans le fruit de la symphorine (*Symphoricarpos leïocarpa*), une pulpe blanche qui se résout en petites particules, qui, observées au microscope, affectent les formes que représentent les fig. 27 de la pl. 6 ; ce sont de grandes vésicules molles, visibles même à l'œil nu, et renfermant sans doute une substance gommeuse. La faible quantité que le hasard a mise à ma disposition ne m'a pas permis de les soumettre à une analyse détaillée ; mais je ne doute pas, qu'entre les mains des chimistes, cette pulpe n'offrît une substance digne d'un nouveau nom terminé en *ine;* malheureusement pour le créateur de ce nouveau terme, les botanistes ont donné, à la plante qui produit ce fruit, le nom de *symphorine,* qui est court et harmonieux ; force serait donc de se décider pour *symphoricarpine* !

TROISIÈME GENRE.

FÉCULE VERTE (*)

1098. Si l'on broie, dans l'eau, les cotylédons de l'*Acer platanoïdes*, à l'époque où la plumule ne se compose encore

(*) Cette expression, que j'emprunte aux anciennes nomenclatures de chimie organique, rend très bien l'analogie qui existe, sous le rapport anatomique, entre l'*amidon* et la substance organisée que je vais décrire.

que de deux feuilles visibles (*), on obtient une fécule verte qui se précipite instantanément, en laissant incolore le liquide dans lequel on l'a agitée. Examinée au microscope, elle n'offre que des vésicules ovales de formes diverses, et variant autour de $\frac{1}{20}$ de long sur $\frac{1}{40}$ de large. Les unes sont vides et entièrement blanches et diaphanes, ne se dessinant enfin que par des contours linéaires (*b*); les autres sont remplies de globules verts (*a*), et d'autres ne possèdent qu'un plus ou moins petit nombre de ces globules (*c*, *d*). Il est facile de s'assurer que ces globules verts sont organiquement attachés à la paroi intérieure de la grande vésicule blanche et diaphane; on n'a qu'à imprimer un mouvement de rotation à ces grandes vésicules (1000). On les voit représentées, sous leurs différentes formes principales, pl. 6, fig. 20.

1099. Il est évident que ces vésicules jouent, dans les cotylédons de l'érable, le même rôle que les grains de fécule dans le périsperme des grains des autres végétaux, c'est-à-dire que, par les progrès de la germination, elles sacrifient leur matière verte au profit de la plumule, de même que, sous l'influence de la même cause, les téguments de la fécule sacrifient leur gomme au profit de l'organe analogue, dans les semences farineuses; car plus la germination est avancée, et plus on trouve, dans la capacité des cotylédons, des cellules blanches épuisées de leur substance verte.

1100. L'alcool bouillant dépouille ces vésicules de toute leur substance verte, en se l'appropriant et en se colorant en vert. On ne distingue plus alors leur organisation intérieure, et elles paraissent toutes aussi blanches que celles qui ont été dépouillées de leur matière verte, par les progrès de la germination. Dans cet état, ce résidu n'aurait pas manqué d'offrir des caractères dignes d'une dénomination nouvelle; car il ne se colore pas en bleu par l'iode, il n'aurait pas

(*) On trouve, au printemps, une quantité considérable de ces jeunes plants, dans les carrés de verdure plantés d'érables, au jardin du Luxembourg Voy. *Nouv. syst. de physiol. végét. et de bot.*, t. I, § 511.

même rendu mucilagineux le liquide (1094) ; et de plus, à la distillation et en dépit des nombreux lavages à l'alcool, il aurait certainement fourni de l'huile empyreumatique et même un peu d'huile essentielle. Ce qui, entre autres choses, l'aurait distingué du ligneux, c'est que, par l'élévation de température, toutes ces vésicules diaphanes, en montant en suspension, auraient fait croire à une dissolution (959).

1101. Les plantes grasses fournissent aussi une assez grande quantité de fécule verte, par la désagrégation mécanique de leur tissu cellulaire (*). J'en ai obtenu beaucoup des feuilles du *Sedum sempervivum*.

QUATRIÈME GENRE.

LIGNEUX.

1102. Lorsque vous avez épuisé, par l'eau froide et bouillante, par l'alcool, l'éther, les acides et les alcalis étendus, les fragments plus ou moins divisés d'un tronc, d'une tige herbacée, d'une feuille, etc., il reste une substance spongieuse, blanche comme la neige à l'état de pureté, que les réactifs précédents ont entièrement respectée, tout en la dépouillant des substances solubles qu'elle recélait. C'est ce qu'on est convenu d'appeler le *ligneux*; substance qui possède toutes

(*) On avait beaucoup disputé, pour savoir si les cellules végétales jouissent chacune d'une paroi qui leur soit propre : on avait employé, pour démontrer l'affirmative, l'eau bouillante et l'acide nitrique. On aurait pu objecter, avec juste raison, que l'isolement de ces cellules obtenues par ces procédés n'était qu'apparent, et qu'au lieu de s'être décollées, elles n'avaient été obtenues à part que par l'altération, le déchirement, la corrodation des cellules voisines. Mais la preuve la plus naturelle est fournie, comme on le voit, par le simple déchirement d'une feuille grasse. Aussi, depuis la publication de ces faits, la question a paru résolue aux yeux des botanistes, et elle est adoptée aujourd'hui sans contradiction.

les propriétés physiques et chimiques du coton, de la filasse de lin et de chanvre.

§ I. ORGANISATION DU LIGNEUX.

1103. En observant ce *caput mortuum* au microscope, on s'assure qu'il n'est rien moins qu'un résidu amorphe et désorganisé, et qu'il représente, plus ou moins déchirée et divisée en fragments plus ou moins microscopiques, la charpente de l'organe dont on a eu la précaution d'étudier la contexture et l'organisation, avant de l'épuiser, par les réactifs, de tout ce qu'elle renfermait de soluble. Le *ligneux* réduit à sa plus simple expression, c'est la paroi rigide et insoluble des cellules végétales. Une cellule végétale, qui est l'élément essentiel de tout tissu, est une vésicule imperforée, arrondie et sphérique, quand elle est librement distendue par une substance liquide, allongée elliptiquement, quand elle se développe verticalement; dodécaèdre, quand elle croît pressée sur toute sa périphérie par des cellules congénères et du même calibre qu'elle, offrant alors un plan hexagonal, sur toutes les tranches qui passent par son centre; en forme de prismes basaltiques, quand toutes ces cellules congénères sont disposées et empilées dans le sein d'une tige cylindrique; offrant enfin un nombre de facettes égal au nombre de cellules de divers calibres, qui peuvent se trouver en contact avec sa périphérie. Outre cette enveloppe externe et de plus en plus résistante, l'appareil d'une cellule vivante, quelles qu'en soient la forme et la destination, se compose encore d'un tissu plus interne, mou et glutineux, dont les petits globules sont remplis de matière verte, et ensuite d'une ou plusieurs spires, c'est-à-dire d'un ou plusieurs filaments contournés en spirale, les uns de gauche à droite, les autres de droite à gauche, et dont les entre-croisements sont, au microscope, une source intarissable d'illusions, selon qu'ils sont plus jeunes ou plus âgés, plus distants ou plus rapprochés de la paroi sur la-

quelle se dessinent leurs ombres réfractées. Une fois que la cellule s'est étendue en longueur, d'un bout de l'entre-nœud à l'autre, qu'elle a pris les caractères de l'organe cylindrique, mais imperforé, que nous avons improprement appelé *vaisseau* dans les plantes ; lorsqu'enfin l'air en a envahi la capacité, et desséché pour ainsi dire les surfaces, ces spires se dédoublent et se détachent en forme de longs tire-bouchons, qui, dans certaines plantes, forment une filasse textile. Dans les tissus jeunes, les spires font l'effet de ces stries transversales, qu'on remarque sur les fig. 15 et 16 de la pl. 18 ; dans les tissus plus âgés, mais mous, elles prennent souvent le relief des stries transversales des fig. 13 et 18, pl. 18; dans les cellules rigides et ligneuses, elles forment un travail de bandes parallèles du plus joli effet. Une fois qu'une cellule a fait son temps, et qu'elle s'est épuisée de ses sucs et de sa vie, au profit des tissus plus internes, pressée qu'elle est par tout ce qui se développe, contre celles qui ne se développent plus, elle s'aplatit, se distend, ses deux parois s'accollent parallèlement l'une contre l'autre ; et alors la cellule a l'air d'un cadre bordé d'un bourrelet qui la sépare des cadres voisins ; ce bourrelet est l'interstice vasculaire qui la séparait des autres cellules, et qui, comme tous les vaisseaux consacrés à la circulation, a fini par s'ossifier et par conserver sa cylindricité, alors que toutes les cellules s'aplatissent. Ces interstices vasculaires se dessinent très bien aux regards, sur les fig. 36, pl. 6; fig 9, pl. 7.

1104. Dans la première édition de cet ouvrage, nous avions consacré les deux premiers paragraphes de ce GENRE à exposer la théorie du développement vésiculaire de la plante; nous avions démontré que la vésicule imperforée, émanée de la paroi d'une vésicule maternelle, à laquelle elle continue à tenir par un *hile*, est le type non seulement de toutes les espèces d'organes, mais encore de toutes les formes végétales ; nous avions fait sortir le tronc, la feuille, la fleur, la graine, du développement continu d'une simple glande; et par la synthèse,

nous avions ramené le tronc le plus gigantesque, et la feuille la plus large, à la structure de la simple glande que supporte leur épiderme. Depuis lors, nous avons publié notre *Nouveau système de physiologie végétale et de botanique*, ouvrage où la *théorie spiro-vésiculaire* a reçu toute l'extension et tous les genres de développement que comportent les ouvrages *ex professo;* nous y renverrons nos lecteurs, afin de ne pas donner au public deux fois la même chose; la démonstration commence tome I, § 272, et se termine au § 793.

1105. Il suffira au but que nous nous proposons d'atteindre, d'avertir les chimistes, que les organes qui se présenteront le plus fréquemment à eux, dans les résidus désignés sous le nom de *ligneux*, affecteront les formes représentées par les fig. 3 — 11 de la pl. 7; 11 — 15 de la pl. 2; 13, 15, 18 de la pl. 18, etc.

§ II. CONSISTANCE PROGRESSIVE DES TISSUS CELLULAIRE ET VASCULAIRE.

1106. Il est à remarquer que, plus les parois de ces cellules avancent en âge et en développement, plus elles acquièrent de la consistance; d'abord lâches et mucilagineuses, pour ainsi dire, elles finissent par acquérir une dureté ligneuse qui résiste aux instruments tranchants. Cette métamorphose tient à trois circonstances : 1° à la multiplication des cellules intérieures, qui agglutinent la surface extérieure de leurs parois à la surface interne de la paroi de la cellule-mère, et forment ainsi une somme considérable de couches *juxta-posées*; 2° à la diminution progressive de la partie aqueuse de la substance organique, et par conséquent à l'augmentation de la portion charbonneuse; 3° à la combinaison de la substance organique avec une base terreuse, qui la solidifie pour ainsi dire, et la transforme, de mucilage qu'elle était, en substance véritablement ligneuse. Je fournirai la démonstration de cette vérité, nouvelle pour la science des végétaux, en parlant des

bases terreuses des tissus (*deuxième classe du système*) (863) ; 4° enfin à la condensation, dans l'intérieur des cellules, des substances ayant peu ou point d'affinité pour l'eau, telles que les résines.

1107. Mais si, par la pensée, nous voulons passer, en rétrogradant, par toutes les phases de l'accroissement d'un tissu ligneux, il nous sera facile de concevoir que, de même qu'avant d'être ligneux, il a été mucilagineux et à peine consistant, de même avant d'être mucilagineux, il a dû être gommeux et soluble dans l'eau, et que par conséquent c'est la gomme qui est son élément organique. Or, l'expérience confirme cette donnée ; car partout où doit se former du ligneux, vous trouvez de la gomme, et toutes les cellules de développement en renferment dans leur sein. D'un autre côté, l'analyse élémentaire donne les mêmes résultats, pour le ligneux à son état d'intégrité, et pour la gomme ordinaire. Enfin, les réactifs acides peuvent rendre au ligneux sa première forme gommeuse, ainsi que nous l'avons déjà vu (833) (*).

§ III. ACTION DU TEMPS SUR LES TISSUS LIGNEUX.

1108. La nature de cet ouvrage ne me permet pas de m'occuper de l'action du temps sur le végétal vivant (**); on sait du reste que cette action est infiniment variable dans son énergie, selon les diverses espèces de végétaux. Ainsi on cite des chênes de 1,000 ans, des cèdres de 2,000 et des *baobab* de 6,000 ans ! ! ! tandis que telle autre plante ne dure que quelques mois. Je ne dois m'occuper ici que de l'influence du temps sur la désorganisation des tissus une fois dépouillés de la vie.

1109. L'expérience, s'aidant du témoignage de l'histoire, démontre qu'à l'abri du contact d'un air humide, le ligneux,

(*) *Mém. sur la fécule.* Ann. des sciences nat. Oct. 1825, pag. 29.

(**) Voy. *Nouv. syst. de physiol. végét. et de botanique.* 1836. Tom. II § 1583.

ainsi que la plupart des autres substances organisées, peut se conserver indéfiniment. La plante qu'on extrait des tourbières, où elle gisait depuis des siècles, conserve encore ses tiges, ses feuilles, ses tissus, sans altération aucune. Dans les cercueils des momies égyptiennes on retrouve les planches avec leur première dureté et leur premier aspect, quand elles ont été recouvertes avec une couche de couleur qui les protége; les tissus de lin (*) qui enveloppent la momie, n'ont presque rien perdu de leur souplesse et de leur ténacité. Sous les bandelettes qui emmaillotent la momie, on rencontre souvent des paquets de plantes herbacées, que l'on peut analyser aussi facilement que les plantes de nos herbiers les plus modernes; racines, tiges, feuilles, pétales, étamines, pistils, et graines, rien n'y a été altéré. La fécule elle-même se mon-

(*) Ce mot se trouve dans la première édition de cet ouvrage, et nous ne l'avions employé qu'en connaissance de cause, et après avoir mis en usage les moyens micrométriques, dont nous avions donné la méthode dans une lettre écrite, le 26 décembre 1827, à l'Institut, lettre reproduite à cette époque par la *Bibliothèque physico-économique*. Tous les archéologues étaient convaincus que les chemisettes et les bandelettes des momies, qui se trouvent dans nos collections, étaient faites avec des tissus de lin. En 1834, c'est-à-dire huit ans après, nous voyons James Thompson se livrer à de longues investigations, afin de démontrer ce qui, à son insu sans doute, était démontré pour tout le monde. Et plus tard Dutrochet, qui ne manque jamais ces occasions de reproduire ce que d'autres ont fait, accourt à l'Institut (séance du 15 mai 1837), des chiffons égyptiens et français à la main, pour confirmer que les tissus des momies étaient des tissus de lin et non de coton, erreur, disait-il, dans laquelle étaient tombés les auteurs, qu'il se garda de citer à l'illustre assemblée; tous les journaux, excepté les journaux frondeurs, proclamèrent la découverte importante de Dutrochet. Or une telle démonstration ne peut se faire que par des procédés micrométriques que Dutrochet ignore encore aujourd'hui, et par l'usage du microscope, dont personne ne chercha à se servir. Mais tous ces moyens sont inutiles, quand il s'agit d'une découverte dont s'empare un membre de l'Institut; la parole d'un académicien vaut le meilleur des microscopes, et la meilleure des méthodes; aussi personne n'eut la velléité de voir, Dutrochet fut cru sur parole; et le fait fut démontré! (Voy. *Réform. bull.*, n° 48.)

tre avec tous ses caractères dans les organes de la graine (1005) (*); et pourtant ces tombeaux remontent souvent à près de 3,000 ans. Enfin sous l'eau, et à une certaine profondeur, le bois se conserve indéfiniment, ainsi que le démontre la durée des pilotis.

1110. Mais il n'en est plus de même, dès que le ligneux cesse d'être protégé, contre l'action de l'humidité et de l'air. Peu à peu son hydrogène et son oxigène se dégagent, et le carbone devient de plus en plus prépondérant. Aussi les molécules du tissu se désagrègent chaque jour, leur couleur blanche se salit de plus en plus, et passe par toutes les nuances jusqu'au noir jayet; et ce ligneux, à la combustion, se carbonise sans produire de la flamme, vu que l'hydrogène n'est plus là, pour se brûler par l'oxigène. Or tous ces phénomènes se montrent, non seulement sur le bois coupé qu'on laisse exposé à l'air, mais encore sur l'écorce devenue inutile à la végétation, et ils sont d'autant plus intenses que l'exposition du bois aux influences atmosphériques date de plus loin.

1111. Mais ce qu'il ne faut pas perdre de vue, c'est que ces altérations ont lieu d'une manière lente et graduée, de proche en proche et du dehors au dedans (915). Lorsqu'on soumettra donc aux expériences en grand, un fragment un peu considérable de bois ou d'écorce, on obtiendra des résultats aussi variables que peuvent l'être les circonstances dans lesquelles le tissu se sera altéré, l'espace du temps pendant lequel il aura été soumis à l'influence de ces circonstances, et l'essence d'arbre qu'on analyse; il ne devra donc pas paraître étonnant que la même espèce d'arbre, analysée par deux chimistes également habiles, offre des proportions très différentes.

1112. Observez encore que les cellules du ligneux renfer-

(*) Voyez notre travail sur les *céréales* des momies (*Mém. du Muséum d'histoire naturelle*, 1827.)

ment des substances organisatrices, qui varient de nature, se modifient ou se mêlent de bien des manières. Or, il est impossible de dépouiller entièrement le ligneux de ces substances accessoires, quelque procédé qu'on emploie; car, avec quelques soins minutieux que l'on procède, on admettra sans peine que la petitesse de ces cellules en rendra un nombre immense inabordable à nos menstrues, et que le tissu que nous croirons avoir épuisé, par les plus nombreux lavages, recèlera encore une quantité suffisante de ces substances pour fausser les résultats de l'expérience. Ceux qui révoqueraient en doute la vérité de cette assertion, n'auront qu'à examiner au microscope le tissu obtenu à l'état apparent de la plus grande pureté possible, à recommencer l'analyse à l'aide de cet instrument, et leur illusion ne tardera pas à être dissipée. Ces considérations vont donner la clef des anomalies, que l'on remarque dans les expériences suivantes.

§ IV. DENSITÉ ET COMPOSITION ÉLÉMENTAIRE DU LIGNEUX.

1115. Quoique le bois flotte au-dessus de l'eau, il est certain pourtant que sa pesanteur spécifique est plus grande que celle de l'eau, et que sa légèreté apparente ne tient qu'à la présence de l'air, qui reste emprisonné dans les vaisseaux, dont son tissu est traversé dans tous les sens. Car une fois privé d'air, soit parce qu'on fait l'expérience dans le vide, soit parce que l'eau, par un séjour prolongé, est parvenue à remplacer l'air dans les mêmes tubes, alors le bois le plus léger tombe au fond de l'eau. Mais la pesanteur du bois peut être plus ou moins grande, selon la nature et les proportions des substances renfermées dans les cellules et dans les vaisseaux; l'on conçoit, par exemple, que le bois dans lequel l'huile, soit fixe, soit essentielle, abondera, sera spécifiquement plus léger que celui qui n'en renfermera que des quantités minimes. Aussi voit-on la pesanteur spécifique du bois exempt d'air varier depuis 1,46 (*sapin* et *érable*) jusqu'à 1,53,

(*chêne* et *hêtre*) (*). Quant à la pesanteur spécifique du ligneux proprement dit (1102), les expériences manquent, et, par la raison que j'ai exposée ci-dessus (1112), le résultat qu'elles fourniraient ne saurait être considéré comme rigoureusement exact.

1114. La pesanteur relative du bois, c'est-à-dire la pesanteur du bois pesé dans l'air, varie à l'infini, selon l'âge et la nature des végétaux, et selon la région de l'organe soumis à l'expérience. Aussi, d'après Varenne de Fenille, un pied cube de sorbier cultivé pèse 72 livres environ, tandis qu'un pied cube de peuplier d'Italie ne pèse que 25 livres; et tous ceux qui se sont occupés de l'exploitation des bois et forêts, savent que l'aubier d'un arbre quelconque pèse moins que le cœur du tronc.

1115. Les différences, dans la nature et dans les proportions des substances organisatrices, renfermées dans les cellules du ligneux (1112), modifieront les résultats de l'analyse élémentaire, de telle manière que, si l'on n'était pas averti d'avance, on serait en droit de se méprendre sur la nature de la substance soumise à l'opération. Il faut en dire autant de l'influence de l'âge du végétal, et de la durée de son exposition à l'air sur les résultats de l'analyse (1110). En conséquence, tel auteur trouve plus de carbone, l'autre trouve une plus grande proportion d'eau, tel autre un léger excès d'hydrogène. Ce dernier résultat s'explique suffisamment, par la présence de la résine ou autre substance fortement hydrogénée dans les cellules du tissu analysé; mais l'analogie indique que ces anomalies disparaîtraient, si, au lieu de soumettre à l'analyse le bois, c'est-à-dire l'ensemble de près de dix substances différentes, sans compter les sels inorganiques, on pouvait employer le ligneux (1102) pur de tout mélange.

Composition élémentaire du ligneux (255) :

(*) Le bois de chêne vert est si pesant qu'il tombe au fond de l'eau, même avant d'avoir été privé d'air.

	Carbone.	Hydrog.	Oxigène.	
D'après Gay-Lussac et Thénard (228).	52,53...	5,69...	41,78	(*bois de chêne*).
	51,45...	5,82...	42,73	(*bois de hêtre*).
D'après Prout (243).	50,00...	5,35...	44,65	(*bois de saule*).
	49,00...	5,47...	45,53	(*buis*).

On voit que Prout trouve, que le bois analysé se com pose d'une moitié de carbone, et d'une autre moitié dans la quelle l'oxigène et l'hydrogène entrent dans les proportion convenables pour former de l'eau ; tandis que Gay-Lussac e Thénard rencontrent de leur côté, en opérant sur d'autre essences d'arbres, un excès d'hydrogène qui, dans la pre mière expérience, s'élève à 1,05. Dans son traité de chimie Thénard a négligé cet excès d'hydrogène, et il a représent la composition du ligneux, par 52 de carbone, et 48 d'u mélange d'oxigène et d'hydrogène dans les proportions vou lues pour former de l'eau.

1116. Mais, je le répète, ces analyses donnent la compo sition du bois et non celle du ligneux (1102) qui, obtenu dé pouillé de toutes les substances étrangères, se réduirai au simple squelette formé par l'adhérence des paroi des cellules et des vaisseaux. On pense, d'après des expé riences qui sont loin d'être rigoureuses, que le ligneux est à l'égard du bois, dans le rapport de 0,96 ou 0,97 à 100.

§ V. Moelle des végétaux. (*Méduline* Chevr.)

1117. Les physiologistes ont admis, dans toute espèce de végétal, l'existence d'un canal central qui traverse le tronc e les tiges, et qu'ils ont nommé moelle. Mais ils seraient for embarrassés, si on les invitait à indiquer le diamètre et les caractères physiques de cet organe, si essentiel d'après eux, à la vie du végétal, et surtout s'il fallait l'indiquer sur un certain nombre d'espèces différentes. Quelle analogie, par exemple, entre la moelle de sureau, si blanche, si poreuse et si légère,

et la partie centrale du chêne, si colorée, si compacte et si pesante! Où est donc ce canal qui traverse, dans toute sa longueur, l'axe d'un végétal, quand on examine les chaumes des graminées, qui, de distance en distance, sont cloisonnés par des diaphragmes? Nous définirons donc autrement la moelle, et, au lieu de l'indiquer dans tous les végétaux, nous ne l'admettrons que dans un certain nombre; au lieu de la considérer comme un organe essentiel à la végétation, nous ne l'admettrons que comme une portion de tissu, épuisée par la végétation, au profit du développement d'autres organes; enfin, pour nous, la moelle ne sera que le *tissu cellulaire, épuisé par la végétation, de toutes les substances organisatrices qu'il recélait primitivement dans ses cellules*; c'est le ligneux (1102) réduit à sa plus simple expression, à sa plus grande pureté, c'est-à-dire aux seules parois de ses cellules et vaisseaux. C'est avec ces caractères que nous le trouverons dans le centre des tiges du sureau, à la base de la cavité de chaque entre-nœud de graminée, et dans la pulpe des pommes de terre, épuisée mécaniquement par de fréquents lavages; c'est là enfin la substance qu'on devra analyser, lorsqu'on voudra connaître la composition élémentaire du ligneux.

1118. Chevreul avait placé la moelle du sureau parmi les principes immédiats, sous le nom de *méduline*, en se fondant sur ce que le *ligneux* (l'auteur voulait sans doute dire le *bois*) ne donne que 16,3 pour 100 de charbon par la calcination, tandis que la moelle de sureau en donne 25 pour 100. Or, en admettant ce caractère comme spécifique, il faudrait peut-être créer autant de noms différents qu'on soumettrait de végétaux à la calcination, ou qu'on modifierait les procédés de la calcination. Qui ne voit en effet que le ligneux étant pénétré d'eau, de substances hydrogénées et fortement inflammables (1115), doit donner bien moins de charbon, que la moelle, pure de toute substance capable d'activer la combustion, c'est-à-dire l'oxigénation du carbone, et par consé

quent sa volatilisation sous forme de gaz oxide ou acide carbonique.

§ VI. ÉCORCE DES VÉGÉTAUX. (*Subérine* Chevr.)

1119. L'écorce des végétaux n'est autre chose que l'ensemble des couches du bois, qui ont été successivement refoulées vers la circonférence d'une tige, par les couches plus internes, au développement desquelles celles-là se sont sacrifiées (*). Mais il ne faudrait pas croire qu'en devenant inertes, elles se soient épuisées, comme la moelle (1117), de toutes les substances que leur tissu renfermait dans ses cellules. Les substances résineuses et oléagineuses y abondent encore, et contribuent de jour en jour à l'endurcissement de ces couches, en acquérant une plus grande solidité. Quand donc il s'agira d'analyser l'écorce, il est évident que l'on rencontrera encore plus de difficultés, pour arriver à un résultat exact, que lorsqu'on avait à analyser le tissu plus lâche et plus perméable du ligneux.

1120. Ce que je viens de dire ne laisse pas que de s'appliquer même à l'écorce du *Quercus suber*, que l'on connaît dans le commerce sous le nom de *liége*, et qui se distingue par son élasticité. Car il suffit d'examiner au microscope, et même à l'œil nu, le tissu du liége et celui du bois, pour s'assurer que celui-ci est mille fois plus poreux, plus criblé de vaisseaux, et par conséquent plus perméable aux réactifs que l'autre.

1121. Nous croyons avoir démontré dans le *Nouveau système de physiologie végétale et de botanique*, tom. 1, § 921, que le liége est une production fongueuse, de la nature de ces *thallus* fongueux, sur lesquels se développent les caractères des *Boletus favus* et *labyrinthiformis*. Ce n'est point une écorce, mais une végétation fongueuse et nocturne, dévelop-

(*) Voy. *Nouv. syst. de physiolog. végét. et de bot.*, tom. I, § 894.

pée sous l'ombre protectrice de la véritable écorce que le *Quercus suber* (chêne-liége), possède tout aussi bien que toutes les autres espèces de chêne. Nous avons vu qu'on pouvait faire naître le liége, entre le bois et l'écorce de tous les troncs ou rondains qu'on abandonne dans la cave; nous l'avons rencontré sur les poteaux peints à l'huile, et les barrières des allées de nos bois, entre la couche externe du bois et la couche de couleur, qui faisait là l'office de l'écorce. A peine ces idées sortaient-elles de l'imprimerie, que Dutrochet se hâta de lire à l'Institut un petit bout de ces notes improvisées, qui tous les huit jours venaient fixer l'attention du monde savant, ébahi d'une activité aussi prodigieuse, et qui ont cessé juste à l'apparition de notre livre, pour recommencer sans doute dans quelques mois. Dutrochet avait reconnu, d'après lui, le liége sur le tronc vivant de l'orme tortillard, dans les piquants du rosier vivant, etc. La preuve, c'est qu'il avait découvert, dans ces tissus, des cellules allongées comme dans le liége; et pas un autre semblant de preuve. De là une file de conséquences les plus heureuses et les plus utiles aux applications industrielles, au premier rang desquelles il faut placer, sans aucun doute, l'avantage de faire des bouchons avec des épines de rose; idée qui n'aurait pas manqué de fournir quelques jolis couplets à nos poëtes bachiques et anacréontiques. Il est fort probable que nous avons offert l'occasion à ces inspirations académiques; mais nous en repoussons toute la solidarité. Nous n'accuserons pas l'auteur d'avoir mal vu, ce qui serait fort pardonnable; car en si peu de temps il n'est pas trop possible de bien voir; mais nous assurerons positivement, une fois pour toutes, que l'auteur n'a jamais possédé la propriété de voir avec les yeux; inconvénient que la nature a amplement compensé chez lui, par une imagination qui n'a rien à envier à une excellente vue. Or, l'imagination n'est nullement de la compétence de cet ouvrage.

1122. Quoi qu'il en soit, toutes les cellules corticales, ligneuses ou subéreuses, pleines de substances si variées et si

opposées par leurs propriétés physiques et chimiques, se tassent et se recouvrent les unes les autres, de manière que les résineuses forment un obstacle au dissolvant de la gomme, et les gommeuses forment un obstacle au menstrue destiné à dissoudre la résine. La division mécanique du tissu tend, il est vrai, à diminuer la somme de ces résistances, mais non à les faire disparaître entièrement. Il restera donc toujours, quoi qu'on fasse, une certaine quantité de substances étrangères dans les cellules et les vaisseaux du tissu; et si le chimiste ne tient pas compte de leur présence, il se verra exposé à bien des méprises et à bien des créations imaginaires.

1123. C'est ce qui est certainement arrivé à Chevreul, lorsqu'il a considéré le *tissu* du liége comme une substance *suî generis*, et distincte du *ligneux* ou du *gluten*, par un caractère qui serait des plus saillants, s'il n'était pas étranger au tissu de cette écorce. Il suffira pour s'en convaincre, de rappeler les procédés dont l'auteur s'est servi, en vue d'obtenir la *subérine*, et de reconnaître les caractères qu'il lui assigne définitivement.

1124. L'auteur épuise le liége râpé par divers dissolvants propres à s'emparer des matières astringentes, résineuses et grasses que ses cellules contiennent. Le résidu, c'est la *subérine*, substance qui est très inflammable, et laisse un charbon léger. A la distillation sèche, la subérine donne de l'eau, puis une huile incolore et une huile jaune, qui sont toutes les deux acides, de même que l'eau; ensuite une huile brune, un peu d'ammoniaque, une substance grasse, cristalline, insoluble dans la potasse caustique, des gaz combustibles et un charbon poreux, égale en poids au quart de la subérine employée.

1125. Or, l'analogie se refuse à laisser croire que le squelette d'une écorce donne lieu, par ses propres éléments, à tant de produits divers; car on n'en obtiendrait pas d'autres de la distillation sèche des substances réunies, que les dissolvants ont enlevées, dans la première opération, au liége râpé.

Mais le principal caractère que l'auteur assigne à la *subérine*, c'est que, par l'acide nitrique, ce résidu fournit un acide nouveau que l'auteur a nommé *acide subérique*, et dont nous nous occuperons plus spécialement en son lieu, en avertissant d'avance que cet acide se rapproche, par tous ses caractères, des acides provenant des substances résineuses et fortement hydrogénées. Eh bien! l'analogie et les expériences de l'auteur se réunissent, pour démontrer que ce n'est point au tissu du liége, mais à ses substances organisatrices, qu'il faut attribuer la formation de cet acide, sous l'influence de la réaction de l'acide nitrique.

1126. En effet, l'auteur ayant traité par l'acide nitrique 50 parties de liége ordinaire, 50 parties de liége lavé à l'eau et 50 parties de *subérine* ou de liége épuisé par les dissolvants, a obtenu les produits suivants :

	Liége ordinaire,	liége lavé,	subérine.
Matière fibreuse, blanche, insoluble.	0,18	0,90	1,0
Résine.	14,72	17,50	10,0
Acide oxalique.	16,00	10,60	7,6
Acide subérique.	14,40	19,60	22,4

La perte consiste en une matière jaune, amère, dissoute dans l'eau-mère, en acide carbonique et en eau formée de toutes pièces.

1127. Or, la résine qu'on retrouve dans la *subérine*, en la traitant par l'acide nitrique, avait échappé opiniâtrément aux dissolvants, et pour la mettre à nu, il a fallu corroder les parois des cellules, en les métamorphosant en acide oxalique. La *subérine* n'était donc pas une substance immédiate, mais un mélange. Mais si le tissu a conservé de la résine, quelle raison aurait-on de croire qu'il n'ait pas conservé aussi de l'huile, de la cire, et autres substances que les dissolvants enlèvent au liége; et, d'un autre côté, s'il est indubitable que la subérine soit un mélange (variable suivant les procédés et

les instruments de division) de toutes ces substances étrangères, pourquoi ne pas attribuer la formation de l'acide subérique, par l'acide nitrique, aux éléments de ces substances plutôt qu'aux éléments du tissu cellulaire du ligneux?

1128. Au reste, au lieu d'opérer sur 50 parties de liége d'un côté, et sur 50 parties de subérine, si l'auteur avait pris une certaine quantité de liége ordinaire pour la soumettre à la réaction de l'acide nitrique, et qu'épuisant ensuite une quantité égale de liége ordinaire, il eût soumis le résidu, quel qu'en fût le poids ou le volume, à la réaction de l'acide nitrique, tout porte à croire qu'il aurait obtenu bien moins d'*acide subérique* dans la dernière que dans la première expérience.

1129. On retrouve cet *acide subérique*, d'après l'auteur, dans l'épiderme (substance corticale jeune) du bouleau, du cerisier et du prunier. Or ces écorces renferment des substances résineuses et grasses presque en aussi grande quantité que le liége.

1130. Il faut donc rayer des catalogues de la science la *subérine* et la *méduline*, et rendre l'une aux tissus fongueux et l'autre aux tissus ligneux.

§ VII. ULMINE, HUMUS OU GÉINE, ACIDE HUMIQUE ET ULMIQUE, C'EST-A DIRE SIMPLES ALTÉRATIONS SPONTANÉES OU ARTIFICIELLES DES TISSUS LIGNEUX.

1131. En faisant l'analyse d'une exsudation brune d'écorce d'orme, c'est-à-dire de la sanie d'un de ces ulcères si fréquents sur cette espèce d'arbres, Vauquelin découvrit, en 1799, une substance solide, d'un noir brillant, très fragile, insoluble dans l'eau froide, très soluble dans l'eau bouillante, qu'elle colore en brun jaunâtre, beaucoup plus soluble dans l'alcool et dans l'acide sulfurique concentré, et qui est précipitée de ces deux dissolutions par l'eau.

1132. Cette substance fixa successivement l'attention de Klaproth, Berzélius, Smithson et Braconnot, qui la rencontra

dans le terreau du creux d'un arbre, dans la tourbe, dans une variété de lignite brunâtre ; il en produisit même artificiellement en chauffant avec un peu d'eau, dans un creuset d'argent ou de fer, parties égales de sciure de bois et de potasse caustique, et saturant la potasse par l'acide sulfurique qui précipite tout-à-coup l'*ulmine*. Berzélius admit ensuite en principe que l'ulmine formait une partie constituante de l'écorce de presque tous les arbres.

1153. Les caractères de l'*ulmine* obtenus artificiellement étaient, d'après Braconnot, de rougir à chaud la teinture de tournesol, de former, avec la potasse et l'ammoniaque, des combinaisons très solubles dans l'eau, et qui sont décomposées par les acides, l'eau de chaux et les sels terreux; enfin de produire, quelque temps après le mélange, des précipités par les nitrates de baryte et d'argent, le trito-sulfate de fer, les chlorures de soude et de chaux, et l'acétate d'alumine.

1154. Dobereiner et Sprengel, se fondant sur ces caractères, ont considéré cette substance comme un acide, et Sprengel a désigné l'ulmine du terreau végétal, ou bien l'humus, sous le nom d'acide humique.

1155. Dès le mois de juillet 1826 (*), j'appelai l'attention des chimistes sur les circonstances trompeuses qui s'étaient jouées, pour ainsi dire, de la sagacité des chimistes, et je démontrai qu'au lieu d'avoir obtenu, après tant de travaux compliqués, un principe immédiat, on n'avait fait que prêter un ou plusieurs noms nouveaux à un mélange de corps altérés, et je fis entrevoir que l'acidité même de ces *détritus* pouvait bien être tout-à-fait artificielle.

1156. Ces observations paraissent avoir ébranlé la conviction de Berzélius; car, dans son *Traité de chimie* (tom. VI, pag. 257), il invite les chimistes à rejeter le nom d'ulmine, comme ayant servi à indiquer des extraits mucilagineux de

(*) *Mémoire sur les tissus organiques*, § 95. Tome III des Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris.

diverses natures; mais, comme par compensation, à la page 572 du même volume, il crée un nouveau nom (*géine*), pour désigner l'*humus* végétal que Braconnot assimilait à l'*ulmine*. Il désigne sous le nom d'*extrait de terreau* le principe du terreau qui est soluble dans l'eau; et quant à la substance charbonneuse qui reste après l'opération, et qui est insoluble dans l'eau, l'alcool, les alcalis et les acides, il la désigne sous le nom de *terreau charbonneux*. Ainsi, pour un nom supprimé, en voilà trois de créés; à ce compte et sous ce rapport, la science ne s'est pas appauvrie. Il est fâcheux seulement que Berzélius ait consacré tant de pages, dans sa nouvelle publication, à réhabiliter une substance, dont les chimistes, depuis notre premier travail, n'osaient plus se servir que pour mémoire. En relisant ce qu'en écrit aujourd'hui Berzélius, il est impossible de ne pas voir l'homme luttant contre la nécessité d'une réforme, que toute sa réputation ne saurait retarder. Or voici à quoi se réduit la substance désignée sous le nom d'*ulmine* (Vauquelin et Braconnot), d'*apothème brun* (Berzélius), d'*humus* ou d'*acide humique* (Sprengel), de *géine* et d'*acide géique* (Berzélius), et depuis notre première édition, d'*acide ulmique* par Boullay fils, et les rédacteurs de la sixième édition de Thénard, qui n'ont pas cru devoir reléguer cette substance dans le domaine de la physiologie (806); et, grâce à la direction académique, la synonymie n'a pas dit son dernier mot.

1137. Le ligneux, tel que nous l'avons défini (1102), étant formé d'une molécule de carbone et d'une molécule d'eau (863), dès qu'on le soumet à l'action d'une chaleur un peu forte et à l'abri du contact de l'air, éprouve une réaction intestine qui tend à séparer la molécule d'eau de la molécule de carbone; l'eau se vaporise, et le carbone reste sous forme d'un résidu noir et poudreux. Si vous l'observez, après l'avoir broyé, au microscope, vous n'apercevez que des globules noirs et opaques, que l'on reconnaît être sphériques, malgré leur extrême petitesse. Ces globules, restant en suspension

dans l'eau, semblent s'y dissoudre en la noircissant; mais on s'assure au microscope que cette dissolution apparente n'est qu'une véritable suspension.

1158. Si, à l'action de la chaleur, vous joignez celle des réactifs extrêmement avides d'eau, tels que les alcalis caustiques, les acides sulfurique et hydrochlorique concentrés, il est évident que la carbonisation s'opérera plus vite; mais puisque ces substances agiront, non seulement comme agents de décomposition, mais encore comme agents de combinaison, il s'ensuit que le carbone pourra se trouver mêlé à des substances de nouvelle création, qui seront capables de lui prêter des propriétés nouvelles. D'un autre côté, l'on sait que les molécules de carbone ont la faculté d'absorber, de condenser dans leurs pores les gaz et les acides, etc., dans des proportions étonnantes; si donc vous traitez le ligneux par les acides forts, soit immédiatement, soit pour saturer une base alcaline, il résultera que le carbone s'emparera d'une partie de ces acides, de telle sorte que les plus grands lavages à froid ne pourront l'en séparer. Mais dès que l'on soumettra ce mélange à l'action de la chaleur, l'acidité ne tardera pas à devenir manifeste. Ajoutez à toutes ces considérations une considération non moins importante, qui est la présence, dans le ligneux, de substances étrangères et disparates que les acides et les alcalis peuvent désorganiser tout aussi bien que le ligneux, en les transformant cependant en produits d'une autre nature; alors il vous sera facile de ramener, à un simple phénomène de carbonisation, les phénomènes en apparence si variés qui ont donné lieu, à la création des substances d'une nature analogue à l'ulmine. Il suffit, en effet, pour s'en convaincre, d'examiner en détail les caractères que les auteurs ont successivement assignés à cette substance polymorphe.

1159. *Cette substance est plus soluble à chaud qu'à froid, et*, d'après Sprengel, *lorsqu'elle est entièrement sèche, elle ne se dissout plus dans l'eau à aucune température.* —

Lorsque vous précipitez l'*ulmine* par un acide, il se forme des coagulum qui se tassent et se pressent au fond du liquide; l'action de la chaleur, en dilatant les substances emprisonnées dans ces grumeaux, les désagrège; l'ébullition les répartit dans toute la masse du liquide, qui, même après le refroidissement, les retient en suspension à cause de leur légèreté. Mais si, par la dessiccation, on a chassé toutes les molécules d'eau, et autres substances volatiles que ces grumeaux avaient emprisonnées, et qu'on ait ainsi rapproché plus intimement les particules hétérogènes de ce mélange charbonné, il est évident que ces gros grumeaux, refusant de se désagréger, retomberont toujours au fond du vase par le moindre repos. Mais dans toutes ces opérations, il est facile de constater au microscope que cette solubilité, à laquelle Sprengel a fait jouer un rôle si important relativement aux phénomènes de la végétation, n'est qu'une suspension plus ou moins prolongée, selon les dimensions plus ou moins grandes des particules charbonnées.

1140. *La géine acide se dissout difficilement et incomplétement dans l'alcool* (Berzélius). — Cette substance, provenant du ligneux traité par la potasse, doit nécessairement conserver après l'opération une assez grande quantité de substances huileuses, grasses et résineuses, que le ligneux possède dans ses cellules. Ces grumeaux à demi charbonnés peuvent donc être considérés comme un *magma* de gomme, de charbon, de résine, soudés ou adhérents grossièrement entre eux. Il n'y a donc rien d'étonnant que l'alcool parvienne à en désagréger quelques uns, et à isoler par conséquent des particules, que leur légèreté spécifique fera monter et rester en suspension. Au reste, le microscope fait justice de cette dissolution illusoire, comme de la première.

1141. *L'ulmine séparée de son dissolvant par l'alcool se redissout dans l'eau avec des phénomènes très curieux. On voit les grumeaux monter et redescendre avec rapidité* (Vauquelin). — Ces phénomènes si curieux se réduisent à des

phénomènes très ordinaires, et qui s'expliquent sans le moindre effort d'imagination ; il suffit de faire dissoudre sous ses yeux des fragments de sucre spongieux; on voit ces fragments monter et descendre maintes et maintes fois, mais on observe en même temps que leur surface, et par conséquent leur pesanteur, varie à chaque ascension et à chaque précipitation nouvelle. Ajoutez à cette première cause, la présence d'une certaine quantité d'alcool, dans le précipité que Vauquelin observait, et ces mouvements devront être plus précipités et plus variés, à cause de l'évaporation des molécules alcooliques (649).

1142. *La dissolution de l'ulmine dans l'eau et dans l'alcool rougit le papier de tournesol, tandis que la partie non dissoute est sans action sur ce réactif* (Braconnot, Sprengel, Berzélius, etc.). Dès l'année 1827 (*) nous avions fait observer aux chimistes que l'acidité de cette substance lui est tout-à-fait étrangère. Car pour précipiter l'ulmine traitée par la potasse, on se sert d'un acide, de l'acide hydrochlorique, par exemple; or, disions-nous, il est impossible d'enlever, même par les plus nombreux lavages, à une substance organisée, l'acide quelconque avec lequel on l'aura mise en contact; en sorte que, soit à froid, soit à chaud, cette substance organisée ne cessera jamais de déceler la présence de cet acide, tant qu'on ne l'aura point désorganisée par le feu. Ces réflexions frappèrent Sprengel, qui s'attacha à dépouiller l'ulmine, ou, pour me servir de ses expressions, l'acide humique de l'acide hydrochlorique dont il s'était servi pour le précipiter, et il crut y être parvenu après un certain nombre de lavages; car le nitrate d'argent ne réagissait plus alors d'une manière sensible. Or, Berzélius fait justement remarquer que cette preuve est nulle, vu que les chlorures d'argent, ainsi que les autres sels à même base, sont réduits par les

(*) Voyez notre *Mémoire sur les tissus organiques*, § 99. tom. III des Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris, 1827.

corps contenant du carbone et de l'hydrogène. Mais après avoir émis une idée aussi juste, Berzélius n'en persiste pas moins à considérer cette substance comme immédiate, en faisant remarquer seulement que, *dans les descriptions de la géine, on a attribué les propriétés de celle qui a été changée par l'action d'un alcali, à la géine qui n'a pas été altérée. La géine*, dit l'auteur, *qui rougit le papier de tournesol, est la même, quel que soit l'acide qui ait servi à la précipiter* (*). Mais Berzélius n'a sans doute pas rappelé à son esprit, en écrivant ces lignes, que la potasse mise en contact avec le ligneux détermine la formation d'acides carbonique, acétique, oxalique, et sans doute de beaucoup d'autres encore, selon la nature du végétal. Voilà donc bien des causes d'acidité pour cette substance plus ou moins carbonisée. Au reste, il faut admettre en principe que l'acidité est inséparable de la solubilité; or la substance noire qui compose la *géine* est un mélange de globules carbonisés aussi insolubles que les fragments de charbon obtenu par la voie directe, ainsi qu'on peut s'en assurer au microscope; donc l'acidité que manifeste le liquide, qui tient ces globules en suspension, leur est tout-à-fait étrangère.

1143. *Si l'on ajoute un acide à une dissolution alcaline de géine, celle-ci est précipitée.* Cette précipitation provient ou bien de ce que l'acide produit des coagulum, en s'emparant de la potasse qui tenait en dissolution quelques substances provenant du ligneux désorganisé, ou bien de ce que les globules carbonisés, jouissant de la propriété d'absorber et de condenser les acides, acquièrent par-là une pesanteur spécifique plus grande. Quant à la première explication, on ne doit pas perdre de vue que le bois qu'on traite par l'alcali renferme force substances hétérogènes (1102). Au reste, ces deux hypothèses peuvent se réaliser à la fois, et il

(*) La pensée de Berzélius est assez difficile à saisir, car un peu plus haut l'auteur dit *que dans son état naturel, la géine est sans action sur le papier de tournesol.*

faut bien ranger ce précipité dans l'ordre des phénomènes physiques, puisque l'observation directe au microscope ne permet plus de les considérer comme l'effet d'une réaction chimique.

1144. Si l'on filtre la géine précipitée par un acide, et qu'on la soumette à des lavages réitérés, *tant que la liqueur qui passe par le filtre contient de l'acide libre, elle est incolore; ensuite elle commence à se colorer, et à la fin elle dissout jusqu'à $\frac{2}{3}$ pour cent de son poids de la masse précipitée* (Berzélius). A mesure que l'eau des lavages étend l'acide du précipité, la substance coagulée par l'acide commence à se désagréger; les molécules charbonnées qu'elle emprisonnait s'isolent et passent ainsi librement à travers les mailles du filtre (935), en sorte que l'eau paraît s'en colorer.

1145. *L'ulmine* ayant été transformée en *acide ulmique* ou bien en *acide humique*, il était rationnel qu'on étudiât ses combinaisons avec les bases. Sprengel et Boullay ont entrepris cette tâche vraiment pénible, et ils ont publié à ce sujet un travail qui effraierait l'imagination, par l'anomalie des faits qu'il renferme, si, après ce que nous venons d'exposer, on ne savait à quoi s'en tenir sur le compte de cet acide. Prenez du charbon pulvérisé, mêlez-y un peu de résine et de gomme, plus un acide quelconque, et vous combinerez ce mélange avec les bases, de manière à pouvoir publier un travail plus volumineux que ceux de Sprengel et Boullay jeune. Ces deux auteurs ont même cherché non seulement la composition élémentaire de cet acide, mais encore sa capacité de saturation; mais leurs résultats sont si discordants entre eux, et s'accordent si peu avec les lois de la chimie, que les auteurs les plus favorablement portés en faveur de ces écarts de l'ancienne chimie n'ont pu les enregistrer que comme des faits particuliers; nous ne chercherons donc pas, nous, à nous y arrêter.

1146. Nous terminerons seulement cet article, en énonçant que, par suite de tels principes, on trouverait autant

d'*ulmines* différentes qu'on opérerait sur des essences différentes de végétal, ou sur des organes différents. Ainsi l'ulmine obtenue directement de la trituration de l'écorce ou de la carie de l'orme (*), différera en couleur de celle qu'on obtiendra, par la réaction de la potasse pendant la torréfaction, et celle-ci différera d'elle-même selon le temps qu'on mettra à la torréfier. Enfin si au lieu de bois on se sert de papier, on obtient une ulmine à un tel état de division qu'elle reste en suspension au-dessus de l'eau, même à froid : l'acide sulfurique l'en précipite, mais si l'on n'a pas soin de pulvériser les gros grumeaux que la torréfaction produit, ces gros grumeaux restent aussi invisibles à chaud qu'à froid ; ce qui se concevra facilement, en faisant attention que, pendant la torréfaction, des parcelles de potasse ont pu s'envelopper d'une couche de ces granulations noires soudées entre elles par la torréfaction, et qui protégent ainsi l'alcali contre l'affinité de l'eau; en les broyant, au contraire, on met à nu la potasse que l'eau dissout, et les grumeaux plus divisés restent plus facilement en suspension.

1147. Quant au *terreau charbonneux* de Berzélius, il est évident, par la description qu'il en donne, que ce n'est autre chose que l'ulmine à un état de division trop grossier, pour lui permettre de monter en suspension dans le liquide.

1148. D'après Th. de Saussure, ce *résidu charbonneux* transforme l'oxigène de l'air en acide carbonique, et pendant l'opération de la torréfaction de la sciure de bois avec la potasse, il se dégage en abondance du gaz hydrogène uni à très peu de carbone; enfin, d'après Chevreul, en délayant ensuite la masse dans l'eau, elle absorbe à l'instant même l'oxigène de l'air, et passe du jaune au brun. Mais toutes ces circonstances s'expliquent fort bien, par la composition intime

(*) L'acétate de potasse et le carbonate de la même base, qu'on retrouve dans le suc qui découle des ulcères d'orme, suffit, je pense, pour autoriser à penser que l'ulmine de ce liquide résulte, comme dans nos laboratoires, de la réaction de l'alcali.

du ligneux (1115), que désorganise la potasse, en se carbonatant à ses dépens, et qui condense, dans les pores du charbon, l'oxigène de l'air.

1149. L'acide sulfurique et l'acide hydrochlorique, en raison de leur grande avidité pour l'eau, jouissent, comme les alcalis caustiques (potasse, soude, chaux), de la faculté de réduire le ligneux à ses molécules de carbone. Mais leur action est si intense et si durable que le ligneux charboné ne tarde pas à être divisé en globules assez petits, pour échapper par leur forme à l'observation, quoiqu'ils colorent en noir le liquide (1138). Or, comme on peut suivre jour par jour, au microscope, cette division à l'infini, et que, lorsque les globules sont encore appréciables, on peut se convaincre que la coloration en noir de l'acide n'est due qu'à une simple suspension, l'analogie fait une loi de croire que, lorsque ces globules noirs ne sont plus susceptibles d'être appréciés, la coloration qu'ils communiquent au liquide désorganisateur, ne tient pas à d'autres phénomènes.

1150. Le chlorure blanchit le ligneux sans le détériorer. C'est à cette découverte qu'est due la révolution qui s'est opérée dans l'art du blanchiment des toiles.

1151. Il ne faudrait pas croire que ces raisons aient été suffisantes, pour arrêter les partisans de la vieille méthode, dans la route qui conduit aux découvertes de ce genre et à la faveur de l'Institut. Bien au contraire, ces messieurs n'en marchent que plus vite, car ils marchent alors de dépit. A peine nos premiers travaux de *chimie organique* avaient-ils paru, que sous les auspices de Dumas, Polydore Boullay fils, jeune homme digne d'une meilleure école, se mit à l'étude et à la réhabilitation de l'*acide humique* et *géique*; nom que, pour être fidèle aux principes de l'illustre école, il reconnut la nécessité de changer en celui d'*acide ulmique*, qui ne tarda pas à être suivi de l'*acide azulmique*. Ce travail fut composé entièrement d'après l'ancienne méthode, à l'aide

du creuset, de la décomposition et de la balance (*). Mais la seule expérience nouvelle de ce travail était l'analyse élémentaire (224) de ce prétendu acide; l'auteur le trouva formé en poids de : carbone 56,7, et eau 43,3, nombres fort rapprochés de ceux de l'acide gallique sec, qui, d'après Berzélius, est formé de carbone 57,08, et eau 42,92; d'où l'auteur conclut que l'acide ulmique ne différait de l'acide gallique que par de l'eau de cristallisation. Ce rapprochement, même en ne tenant compte que des considérations familières à l'ancienne méthode, aurait été fort curieux. Mais Pelouze ayant trouvé dans l'*acide ulmique* un peu plus de carbone que ne l'avait indiqué Boullay, ce dernier lui avoua, ce qu'il n'a pas osé confier à son mémoire, qu'il conservait quelques doutes sur l'exactitude de ses propres résultats (**); ce qui doit signifier pour nos lecteurs que ce travail enregistré par Dumas et Thénard, n'a pas besoin d'une plus longue réfutation.

1152. Si l'on a eu soin de se pénétrer des principes et des réfutations qui ont fait le sujet des paragraphes précédents, il sera facile de se rendre compte de certains résultats, qui, s'étant réalisés dans les entrailles de la terre, sembleraient, au premier coup d'œil, appartenir à un autre ordre de phénomènes.

1153. HOUILLE.—Si nous exposons au feu, sur une lame de métal ou de verre, la substance végétale la plus blanche, telle que l'amidon ou le ligneux médullaire, on la verra se boursoufler, puis jaunir, bouillonner en noircissant, et former, tant qu'elle ne s'enflammera pas, une surface luisante et noire comme du jayet. Si l'on procédait en vase clos, on pourrait porter la chaleur jusqu'à une température plus éle-

(*) *Annal. de chimie et de phy.* t. XLIII, p. 273. 1830.
(**) *Journal de pharmacie*, tome X, page 281. 1834.

vée, jusqu'à celle où fondent et se vitrifient certains oxides, et cette matière noire et ce charbon coulant ou plutôt cette dissolution oléagineuse de carbone n'en aurait qu'une consistance plus mate, et un œil plus vigoureux. Supposons donc qu'on soumette, à l'abri du contact de l'air, et dans un vase clos, un mélange de calcaire ou de soude, de silice, d'oxide de fer, etc., d'un côté; et de ligneux plein encore des substances qu'à l'état vivant ses cellules élaborent; la substance organique restant fondue jusqu'à ce que la substance inorganique entre en fusion elle-même, ou bien le coup de feu capable de fondre et de vitrifier les oxides succédant brusquement à la température où fondent les tissus, les deux pâtes se mélangeront et n'en formeront plus qu'une seule, noire, compacte et homogène; on aura alors avec tous ses caractères une *houille* artificielle.

Or, la température nécessaire à la production de ce phénomène peut être le résultat d'une fermentation intestine, tout autant que celui de la combustion de nos fourneaux. On connaît jusqu'à quel degré s'échauffent les couches de fumier de deux pieds de profondeur, que l'on a soin de recouvrir d'un demi-pied de terre végétale; on sait que dans le premier feu, il serait impossible d'y tenir la main une seule minute; or, l'intensité de la chaleur dégagée est en raison de la masse d'où elle émane. Mais s'il arrivait, par suite d'une grande catastrophe, que toute une forêt se trouvât tout-à-coup ensevelie, arbres et animaux de tout genre, sous une masse de sable de 60 pieds d'élévation, jugez, aux proportions d'une telle couche fermentescible, de la chaleur qui se dégagerait par la fermentation. Le sable y fondrait comme dans nos verreries, et le calcaire du sol s'y vitrifierait, en même temps que la végétation tout entière coulerait comme du bitume; et cet emplacement serait, pour les siècles futurs, une vaste houillère, c'est-à-dire un mélange fondu et pour ainsi dire vitrifié, de charbon oléagineux, de sulfures de fer, et de différentes terres; ce serait en un mot une *ulmine* vitrifiée.

1154. TOURBIÈRES. — Plus modernes et toujours inondées, les mousses de nos marais n'ont pu être exposées à une fermentation aussi puissante ; aussi leur carbonisation n'a pas dépassé les caractères du terreau qui provient de la fermentation spontanée et à ciel ouvert.

1155. BLÉS CHARBONNÉS. — On trouve assez fréquemment enfouies dans la terre, des quantités assez considérables de blé, qui paraissent avoir été mises en réserve dans ces cachettes, à l'époque de nos guerres civiles et religieuses, ou à l'approche des invasions de notre vieille histoire. Ces blés sont charbonnés, comme s'ils avaient été exposés à une haute température en vase clos. Une découverte de ce genre fournit à Lassaigne l'occasion d'annoncer à l'Institut (juillet 1834), qu'il venait de trouver, près des fondements d'une vieille maison, des grains de blé, que l'humidité, sans le contact de l'air, avait réduits à l'état de terreau charbonneux et d'*acide ulmique*. Nous avons examiné ces grains, et nous n'y avons rien vu qui porte les traces de l'action de l'humidité seule. Ces grains ont conservé leur forme et leurs dimensions ordinaires ; seulement, à l'intérieur comme à l'extérieur, ils sont réduits en charbon, exactement comme les grains de café, dont la torréfaction a été poussée trop loin. En torréfiant nos grains de blé ordinaires tout autant que ces grains de café, on reproduirait, aussi exactement qu'il est possible de l'attendre, les grains de ces décombres, avec ce prétendu terreau charbonneux que donne la précipitation après trituration, et ce prétendu *acide ulmique* que donne la suspension du même terreau charbonneux, enfin, jusqu'à l'odeur du café brûlé qui caractérise les grains des décombres. L'humidité seule et sans élévation de température, ne produirait jamais rien de semblable, même à l'abri du contact de l'air ; le grain de blé placé à l'humidité et qui ne germe pas, se putréfie ; il se décompose, il répand une odeur fétide et ammoniacale ; il ne se charbonne pas et ne devient pas acide. Toutes les vapeurs,

au contraire, qui en émanent sont imprégnées d'acide, tout le charbon qui reste au fond du vase donne des signes intenses d'acidité, quand on soumet le grain à un coup de feu qui le désorganise. Les grains charbonnés que l'on trouve fréquemment dans le sein de la terre voisine des habitations, ont donc subi l'influence non d'une lente humidité, mais d'une élévation brusque de température. Or, il pourrait arriver que ce résultat soit l'effet d'un violent incendie, qui aura échauffé, comme un fourneau, les parois du gîte où ces grains avaient été enfouis par précaution. Mais en laissant de côté cette cause, qui du reste ne nous paraît pas la plus générale, il sera facile de comprendre que des tas de blé enfouis ainsi dans des lieux humides, ont pu se charbonner, par l'effet seul de leur propre fermentation. On sait, en effet, combien de chaleur répandent les tas de grains d'orge que l'on fait germer en masse pour la fabrication de la bière; mais qu'on essaie de recouvrir à de grandes profondeurs des grains de céréales, chez lesquels s'est déclaré le mouvement de la germination; l'échauffement produit par la décomposition des germes sera tel, que ces grains se charbonneront tous, comme si on les avait torréfiés au feu; car pour charbonner des grains, il suffit d'une température d'un peu plus de 100°; or, nous voyons la fermentation de nos meules de foin élever la température jusqu'à la flamme de l'incendie. Mais d'un autre côté, la germination abonde en acide acétique et carbonique, dont le charbon qui a la propriété d'absorber et de condenser les gaz et les acides, ne manquera pas de s'imprégner, d'une manière durable et opiniâtre; ces grains charbonnés seront donc acides. Du reste, on se convaincra encore mieux de la vérité de l'induction, en expérimentant de toutes pièces, et en reproduisant en connaissance de cause, ce que le hasard nous fait trouver dans les entrailles du sol. Il suffira peut-être d'un mois, pour obtenir le résultat complet, qui fait le sujet de ce paragraphe.

§ VIII. COMBINAISON PRÉTENDUE DU LIGNEUX ET DE L'AMIDON.

1156. Je ne sais pas si, après tous les développements que j'ai donnés ci-dessus à l'histoire de la fécule (1063), je devrais m'occuper ici d'une prétendue substance que Einhof et Vauquelin considéraient comme un mélange intime d'amidon et de fibre végétale. Cette substance s'obtiendrait du tissu des pommes de terre, après l'avoir séparé, par la trituration et par de fréquents lavages, de toutes les parties que l'eau est susceptible ou d'entraîner ou de s'assimiler. Elle s'offrirait sous formes de fibres tenaces et translucides, se desséchant en une masse dure, blanc-grisâtre, fendillée, se ramollissant par l'ébullition avec l'eau, et se transformant en grumeaux translucides, et à la fin en un empois également translucide; délayée dans l'eau, sans avoir été soumise à l'ébullition, elle s'aigrit promptement et se convertit en vinaigre, dans l'espace de deux jours. Berzélius considère cette substance comme étant analogue à *l'enveloppe insoluble des grains d'amidon* (téguments, 908) !

1157. Ces trois chimistes ont raisonné d'après l'hypothèse que, toutes les fois que l'eau n'enlève plus rien aux tissus organisés, c'est que ces tissus ne renferment plus rien qui soit susceptible d'être enlevé par l'eau. Mais nos expériences ont suffisamment démontré la fausseté d'un axiome, qui a causé tant d'erreurs en chimie organique. En examinant au microscope, et cela avec le secours des réactifs, cette substance hermaphrodite, on ne tarde pas à reconnaître qu'une foule de grains d'amidon sont restés opiniâtrément attachés aux parois des cellules, même de celles qui ont pu être éventrées par le déchirement ou par la trituration. Voilà tout le secret de cette découverte, qu'il nous faut encore rayer des catalogues de la science.

§ IX. TRANSFORMATIONS RÉELLES ET IMAGINAIRES DU LIGNEUX PAR L'ACTION DES ACIDES.

1158. Le ligneux possédant presque la même composition élémentaire que l'amidon (1115), il n'est pas étonnant que l'action des acides puisse lui faire subir les mêmes transformations qu'à cette dernière substance.

1159. L'action de l'acide nitrique concentré jaunit d'abord le bois, le désorganise, le réduit en une masse pulvérulente, et finit par le dissoudre, en le convertissant, d'abord en acide malique, et, par une opération plus prolongée, en acide oxalique (881).

1160. L'acide sulfurique donne lieu à deux résultats encore plus intéressants sous le rapport physiologique; car, d'après nous, l'acide en cette circonstance semble moins métamorphoser le ligneux que lui rendre sa forme primitive (833). C'est à Braconnot que nous devons la première de ces découvertes, et à Kirchoff que nous devons la seconde qui est la première en date.

1161. Vingt-quatre grammes de toile de chanvre usée, bien sèche, arrosée peu à peu avec trente-quatre grammes d'acide sulfurique concentré, de manière que la masse s'échauffe à peine et s'imbibe également, finissent par disparaître sans dégagement de gaz; et il en résulte une masse mucilagineuse, très tenace, poissante, peu colorée, entièrement soluble dans l'eau, à l'exception d'une petite quantité de tissu non attaqué. Le ligneux est alors transformé en gomme, qu'on extrait, en étendant d'eau le mucilage, saturant l'acide sulfurique par la craie; on passe, on lave le résidu sur un linge, et on ajoute une certaine quantité d'acide oxalique au liquide, pour en précipiter la chaux qu'il pourrait contenir; on filtre de nouveau, l'on concentre et l'on s'empare des acides libres que la masse pourrait contenir, en la traitant par l'alcool. D'après les premières expériences,

21,5 grammes de toile auraient produit net 21,9 de gomme. Mais ce résultat est inexplicable autrement qu'en admettant que la gomme ainsi obtenue renferme encore une quantité appréciable de chaux, de sulfate, d'oxalate et d'eau.

1162. Lorsqu'au lieu de saturer par de la craie la solution acide de la masse mucilagineuse obtenue à froid, on la fait bouillir pendant dix heures, la matière gommeuse se trouve peu à peu décomposée, et finit par être presque entièrement remplacée par du sucre en tout point analogue à celui du raisin.

Pour l'extraire, on sature avec de la craie, on filtre, on évapore jusqu'à consistance sirupeuse. En vingt-quatre heures, la cristallisation commence à se manifester, et dans l'espace de quelques jours, tout le sirop se prend en masse. On obtient le sucre à l'état de pureté, en le pressant fortement entre plusieurs doubles de linge usé et le faisant cristalliser une seconde fois; en le traitant enfin par le noir animal, on le rend d'une blancheur éclatante.

1163. Braconnot a annoncé qu'en outre de ces transformations du ligneux par l'acide sulfurique, il se produit encore un *acide*, qu'il a désigné sous le nom d'*acide végéto-sulfurique*. Pour l'obtenir à la suite de l'opération précédente, on neutralise, par le carbonate de plomb, le mélange bouilli et acide, étendu d'eau; on filtre la liqueur, pour séparer le sulfate plombique, et on la traite par le gaz hydrogène sulfuré, pour précipiter l'oxide de plomb qu'elle tient en dissolution. La liqueur, filtrée de nouveau, est évaporée à une douce chaleur jusqu'à consistance de sirop, puis traitée par l'alcool, qui précipite la gomme; on agite le sirop qui reste, avec de l'éther qui dissout l'acide, et laisse le sucre. La dissolution éthérée est jaune, et laisse après l'évaporation un acide presque incolore, fortement acide, presque caustique, qui attaque fortement les dents, qui ne peut être obtenu à l'état cristallisé, et qui attire l'humidité de l'air; au-dessus de 20° de chaleur, il commence à brunir, et un peu au-des-

sous de 100°, il se décompose, devient noir; et si on l'étend d'eau, il laisse déposer une substance charbonneuse; il est alors précipitable par les sels barytiques.

Thénard avait émis l'opinion que cet acide n'était que de l'acide hypo-sulfurique combiné avec une certaine quantité de matière végétale. Berzélius a pris soin de réhabiliter ensuite cette substance. Cependant on n'a qu'à réfléchir sur toutes les circonstances précédentes, pour s'assurer que ce n'est là que de l'acide sulfurique tenant en dissolution une certaine quantité de sucre. L'éther ne précipite que la portion de sucre que l'affinité de l'acide ne peut rendre soluble dans ce menstrue (65); si l'acide se refuse à précipiter les sels barytiques et à base de plomb, cela vient uniquement des propriétés que communique à l'acide l'association plus intime d'une certaine quantité de sucre; nous verrons, en parlant de l'acide lactique, un exemple de mélange analogue à celui-ci par ses propriétés nouvelles. Vous retrouvez l'acide sulfurique après, comme vous l'aviez reconnu avant de l'employer; seulement vous avez de plus une substance charbonneuse. Que faut-il de plus pour conclure, que vous aviez sous les yeux un mélange intime, et non une transformation?

1164. Xyloïdine de Braconnot. — L'auteur des précédentes inductions ne s'arrête point dans la carrière qu'il a ouverte à ses travaux; il y avance, comme s'il n'avait pas même aujourd'hui à craindre qu'une pareille direction ne mène à l'absurde; il fait comme tant d'autres, il n'a pas de conseils à recevoir, les *Annales de chimie et de physique* (*) sont là pour enregistrer ses productions sans contrôle; et il est juste de l'avouer, ce journal n'en publie pas tous les jours encore de cette valeur. L'acide sulfurique, sous la plume du chimiste, avait transformé le ligneux en acide *végéto-sulfurique*; l'acide nitrique ne devait pas rester en arrière, et du même

(*) Tom. LII, 1833, pag. 290.

trait, il a transformé l'amidon, la sciure de bois, le coton, le linge, la gomme arabique, l'inuline, la saponine, etc. (mais non la gomme de chiffons de linge obtenue par l'acide sulfurique concentré), en xyloïdine. Nous craignons que nos expériences relatives à l'action de l'acide nitrique sur l'amidon (930) n'aient fourni l'occasion de cette théorie ; dans ce cas, les explications, dans lesquelles nous allons entrer, devront être considérées comme une amende honorable.

1165. « 1° L'auteur a délayé cinq grammes de fécule avec une suffisante quantité de cet acide ; et, après avoir agité de temps en temps le mélange, il a obtenu une dissolution mucilagineuse parfaitement transparente ; mais celle-ci a été entièrement coagulée par l'eau en une masse blanche, caséiforme, laquelle, écrasée, bien lavée et desséchée, pesait exactement cinq grammes (*), comme la quantité d'amidon employée ! 2° Elle est blanche, pulvérulente, insipide, et ne rougissait pas le papier de tournesol. 3° Si on la délaie avec la teinture d'iode, celle-ci se décolore, et on obtient une combinaison jaune. Le brome n'a aucune action sur cette matière. 4° Elle se ramollit et s'agglomère dans l'eau bouillante, mais sans s'y dissoudre en aucune manière. 5° Elle ne se dissout pas mieux, lorsqu'on la fait bouillir dans l'acide sulfurique étendu de deux fois son poids d'eau ; mais avec l'acide sulfurique concentré, on parvient à obtenir une dissolution parfaitement incolore, qui n'est point précipitée par l'eau, et qui renferme une matière gommeuse. 6° L'acide hydrochlorique dissout facilement la nouvelle substance, surtout à l'aide d'une douce chaleur ; mais elle en est entièrement précipitée par l'eau avec toutes ses propriétés. 7° Elle passe aisément à froid dans l'acide nitrique affaibli ordinaire ; l'eau et les alcalis précipitent abondamment cette dissolution, qui peut produire de l'acide oxalique, mais point d'acide muci-

(*) C'est une erreur certainement, car il est impossible qu'un semblable précipité ait lieu sans emprisonner de l'acide, qui en augmentera le poids.

que. 8° De tous les acides végétaux, l'acide acétique concentré paraît être le seul qui agisse sur la substance que nous examinons; il la dissout facilement, surtout à l'aide de la chaleur, et peut même s'en charger en une proportion telle, que la liqueur prenne la consistance d'un mucilage épais, lequel, mis en contact avec l'eau, se coagule en masse dure d'un blanc mat; mais en le faisant sécher à une douce chaleur, il laisse une matière vernissée qui n'est pas moins incolore que du verre blanc. 9° L'ammoniaque et la potasse caustique sont sans action sur la nouvelle substance; cependant elle s'y agglomère et devient translucide; mais par l'ébullition, on finit par obtenir une dissolution brunâtre, de laquelle les acides précipitent la matière dissoute légèrement modifiée. 10° L'alcool bouillant paraît avoir peu d'action sur la nouvelle substance; cependant la liqueur alcoolique devient légèrement lactescente en refroidissant. 11° Exposée à la chaleur, elle s'enflamme avec beaucoup de facilité; il suffit même de la chauffer sur une carte, pour qu'elle se charbonne rapidement, aussitôt qu'elle commence à se liquéfier, sans que la partie de la carte exposée à la chaleur soit sensiblement endommagée. 12° Distillée dans une petite cornue de verre, elle laisse environ $\frac{1}{6}$ de son poids d'un charbon difficile à incinérer, comme celui de la fécule elle-même, et fournit en outre un produit liquide brunâtre contenant beaucoup d'acide acétique. »

1166. Nous avons eu soin de numéroter toutes les réactions indiquées par l'auteur : nous allons les évaluer dans le même ordre. Peut-être tomberons-nous dans des répétitions et des longueurs; mais nous ne pensons pas devoir nous dispenser de cette réfutation sous une nouvelle face; les vieilles méthodes ne se renversent que par des répétitions; elles ne se rendent jamais de prime abord à l'évidence.

1° Nous avions déjà suffisamment constaté ce phénomène (930); l'acide nitrique ayant la propriété de transformer à chaud l'amidon en acide oxalique, il est évident qu'à froid son action doit se manifester, mais proportionnellement avec

moins d'énergie. Dans les premiers instants, la chaleur dégagée par la combinaison de l'acide nitrique avec l'humidité de l'atmosphère suffit pour faire éclater les téguments de la fécule ; l'acide les corrode ensuite, en s'emparant des bases terreuses qui sont combinées avec leur tissu. Or, comme l'acide nitrique est extrêmement avide d'eau, et que l'eau est le menstrue de l'amidon soluble, il s'ensuit que l'acide dissoudra toute cette substance devenue entièrement gommeuse. Mais voici que l'eau la coagule tout-à-coup et la précipite, ce qui semble impliquer une contradiction. La contradiction n'est qu'apparente. En effet, l'acide nitrique ayant pour l'eau une affinité supérieure à celle de la substance amylacée, il s'ensuit qu'il s'en emparera à son profit au premier contact, qu'il se l'associera subitement d'une manière exclusive, et que partant il abandonnera la substance amylacée qu'il dissolvait auparavant ; car un menstrue ne l'est que pour une chose. Cependant, après ce premier déplacement, l'équilibre ne tardera pas à renaître, et peu à peu l'eau acide reprendra, pour la redissoudre, la substance qu'elle avait précipitée d'abord. Il est encore une circonstance trop négligée par les chimistes, et qui peut porter à croire à tort à une précipitation, c'est la différence du pouvoir réfringent de la substance ajoutée avec la substance essayée. La dissolution nitreuse d'amidon et d'eau possède nécessairement un pouvoir réfringent et une densité bien différents de l'eau ordinaire ; or si, dans l'éprouvette à expérience, vous versez de l'eau distillée, vous observerez, à travers les parois du verre, deux couches distinctes, et séparées d'abord entre elles par une ligne de démarcation horizontale. Celle du fond, c'est-à-dire le mélange d'amidon et d'acide, sera la plus pesante, elle sera en même temps la plus opaque. Celle qui la surmontera ne se composera d'abord presque que d'eau ; celle-ci n'aura donc rien précipité, elle se sera simplement superposée. Dissolvez de la gomme arabique dans l'eau, de manière à ce que la dissolution soit sirupeuse ; si vous versez ensuite de l'eau dis-

tillée sur le mélange, vous aurez devant les yeux un effet analogue; la solution de gomme arabique vous paraîtra avoir été précipitée par l'eau surajoutée.

2° Le précipité dont parle l'auteur ne rougissait pas le tournesol, parce que l'acide était emprisonné dans le coagulum; deux heures après son séjour dans l'eau, les réactifs auraient donné les signes les plus évidents d'acidité.

3° L'iode ne colore pas en bleu le mélange, parce qu'en contact avec un acide aussi susceptible de se désoxigéner que l'est l'acide nitrique, l'iode ne peut manquer de se transformer immédiatement en acide *iodique* (947).

4° Après sa première action, l'acide opère d'une autre manière; il enlève de l'hydrogène ou de l'eau aux substances organiques, comme tous les acides; et, en augmentant les proportions du carbone, il diminue d'autant la solubilité de la substance; l'eau bouillante, qui s'empare de l'acide nitrique et l'empêche, en l'étendant, de réagir sur l'amidon, ne répare nullement l'altération qui a rendu la substance moins soluble.

5° Il faut en dire autant de l'acide sulfurique étendu. Les acides seuls concentrés sont dans le cas de désagréger les molécules de la substance organique, en les transformant en de nouveaux produits qui ne sont plus de l'amidon.

6° Ce que nous avons dit de la solubilité de la fécule dans l'acide nitrique, s'applique immédiatement à la solubilité dans l'acide hydrochlorique.

7° Les alcalis avides d'eau et d'acide doivent nécessairement précipiter l'amidon, faute de dissolvant. Nous expliquerons plus bas, pourquoi l'amidon traité par l'acide nitrique ne produit pas de l'acide mucique.

8° L'acide acétique, même concentré, renferme assez d'eau pour servir de menstrue; c'est celui dans lequel les sels (et nous avons dit que l'amidon en renferme) se dissolvent le mieux. Si à la place de l'acide acétique, vous vous serviez d'acide oxalique, il est évident qu'il se produirait un précipité

d'oxalate, lequel entraînerait en un magma les molécules de la substance coagulée. Quant au vernis dont l'auteur parle, la substance soluble de la fécule, isolée de ses téguments, forme un vernis exactement semblable; seulement la présence de l'acide acétique doit le rendre plus déliquescent.

9° L'ammoniaque et la potasse caustique ne sont pas sans action sur le précipité; ces alcalis doivent au contraire en augmenter la coagulation, à cause de leur grande avidité pour l'eau (641); aussi la masse ne tarde-t-elle pas à offrir des signes évidents d'un commencement de carbonisation.

10° L'alcool doit dissoudre de cette substance toute la quantité qui se trouve en contact avec l'eau et l'acide, mais plus à chaud qu'à froid, d'où vient qu'une partie se précipite par le refroidissement.

11° Elle s'enflamme comme toutes les substances qui renferment des nitrates; du reste l'amidon s'enflamme facilement. Cette substance doit noircir par une chaleur qui n'altère pas la blancheur de la carte à jouer; car elle renferme un élément de carbonisation (les molécules d'acide), que la carte ne renferme pas dans ses feuillets.

12° Ces divers produits s'obtiennent de la fécule intègre; la présence de l'acide nitrique et des nitrates opère ici, comme le phosphate d'ammoniaque, en soustrayant la masse charbonneuse au contact de l'oxigène de l'air, en la recouvrant enfin d'une enveloppe imperméable.

1167. Tous les caractères assignés par l'auteur à la xyloïdine ne sont donc que des caractères empruntés; ce sont des circonstances dont nous avons suffisamment appris à évaluer l'importance, et dont nous avons plus d'une fois reconnu l'origine; ce sont des effets d'un mélange qu'il est absurde de n'attribuer qu'à un seul des éléments de la complication. S'il fallait admettre comme vrais les motifs sur lesquels l'auteur appuie sa découverte, l'auteur aurait failli alors par trop de réserve, il aurait été trop sobre de créations nominales; car il n'est pas de réactif qui ne soit capable de donner lieu à des

produits dignes, au même titre, d'être inscrits au catalogue, sous un nom particulier.

§ X. APPLICATION DES RÉSULTATS CONTENUS DANS LES PARAGRAPHES PRÉCÉDENTS.

1168. PHYSIQUE. — Le ligneux réduit à sa plus simple expression étant une combinaison d'une portion en poids de carbone et d'une portion d'eau (1115), il s'ensuit que, privé d'humidité étrangère, il est tout aussi peu conducteur d'électricité et de calorique que le carbone; mais en reprenant l'humidité de l'air, il reprend sa conductibilité pour ce fluide impondérable. Les petites boules de moelle de sureau, suspendues à des fils de soie, forment d'excellents électromètres, à cause de leur légèreté et de la pureté de leur ligneux. Dans les expériences qui auront pour but l'étude des phénomènes électriques chez les végétaux, il ne faudra jamais perdre de vue la différence qui doit exister, sous le rapport de la conductibilité pour l'électricité et le calorique, entre le bois sec et la tige vivante, entre le ligneux et le bois.

1169. FISSILITÉ DU BOIS. — Le bois ne se fend jamais par tranches horizontales, comme le fait le cylindre médullaire du sureau, mais toujours longitudinalement. Cela vient de la structure générale du tronc et de la tige, grands et gigantesques entrenœuds, qui sont organisés, avec toute la rigueur de l'exactitude, sur le type d'un fruit pluriloculaire (*), c'est-à-dire qui sont une agrégation de longues et vastes loges ou cellules rayonnantes autour du tuyau médullaire, qui leur sert de *placenta columellaire*. Ces loges reproduisent, par le même mécanisme, d'autres loges à leur intérieur, et celles-ci des loges de création nouvelle, et ainsi de suite à l'infini, mais toujours dans le sens du développement tigellaire, c'est-

(*) *Nouveau syst. de physiologie végét. et de bot.*, tom. Ier, § 551.

à-dire plus en longueur qu'en largeur; en sorte que chacune des loges principales s'étend de la base au sommet du tronc le plus gigantesque; une tranche horizontale du tronc offre le plan et le profil du rayonnement produit par toutes ces loges primaires, secondaires et tertiaires. La dessiccation arrive à désagglutiner les parois de ces loges, comme se désagglutinent, sous la même influence, les loges de certains fruits. L'impulsion cunéiforme opère cette désagglutination avec violence, et le tronc se fend en longueur. Il faut, au contraire, déchirer le tissu, opérer une solution de continuité, limer enfin de proche en proche avec la dent de la scie, pour fendre un trónc et une tige en largeur; car, dans ce sens, on rencontre des épaisseurs et non des soudures, des continuités et non une agglutination. Il n'en est pas de même de la moelle, dont toutes les cellules offrent les mêmes diamètres dans les trois dimensions, et permettent au cylindre médullaire de se désagglutiner tout aussi bien en longueur qu'en largeur, et aux distances les plus rapprochées.

1170. DESSICCATION DU BOIS. — Si le tronc le plus élevé n'est qu'un entrenœud, les interstices cellulaires doivent s'étendre en général de la base vers l'extrémité. Lorsqu'on a coupé le tronc, ces interstices se remplissent d'air, en se dépouillant de l'eau qui y circulait; il en est de même des cellules vasculaires de la sève qui s'écoule, pour faire place à l'air extérieur. Jusqu'à ce que le bois se soit dépouillé entièrement de cette partie aqueuse que l'évaporation lui enlève chaque jour, il est impropre aux besoins des arts, et ne tarderait pas à perdre, en se déjetant par la dessiccation, la forme que la hache et le ciseau lui auraient donnée. Il faut le laisser dessécher sur pied ou sur place, avant de décider à quel usage l'art du charpentier le consacrera. Chacun comprend de quelle utilité il serait pour la grande industrie, d'avoir un procédé prompt et facile, pour abréger la durée de la dessiccation du bois. Nous avons, dans la *Physiologie végétale*, § 2074, pro-

posé le suivant, qui est fondé sur la théorie du développement du tronc, et qui, s'il réussit, comme nos prévisions nous permettent de le croire, joindrait à l'avantage d'une prompte dessiccation, celui d'ajouter à la compacité, à la force et à la flexibilité de la tige. Ce procédé n'est autre que l'application de la machine pneumatique à la dessiccation du bois. Voici comment, *à priori*, nous avons conçu le procédé. Soit un atelier à l'abri de l'humidité, et dont l'air sera tenu aussi sec que possible, au moyen de substances avides d'eau, telles que de la chaux vive, de l'acide sulfurique, du son et du sel marin, déposés çà et là sur des soucoupes en nombre suffisant. Supposons qu'on désire opérer la dessiccation d'un tronc d'arbre, équarri ou seulement écorcé; on goudronnera toute sa surface, à l'exception des deux tranches qui forment les deux extrémités, dont on mettra l'une en communication avec le corps de la machine qui fait le vide, l'autre restant en communication avec l'air extérieur. Lorsque les indications hygrométriques cesseront de marquer des quantités appréciables d'eau dans la substance de l'arbre, qu'on enduise d'une substance oléagineuse de peu de valeur, ou mieux d'une huile lentement siccative, l'extrémité du tronc qui est opposée à la machine, et que l'on continue à faire jouer le piston de la machine; toutes les petites lacunes qui étaient remplies d'air humide au commencement de l'opération, se pénètreront de la substance oléagineuse, qui s'y dessèchera, et préservera ainsi les parois de l'effet corrosif de l'air et de l'eau.

Il est probable qu'on trouvera d'autres avantages à ce procédé, en essayant l'action d'une foule d'autres substances répandues dans le commerce, telles que les dissolutions de fer, de sels calcaires ou potassiques, etc., qui rendraient le bois incombustible et aussi dur que du métal. Peut-être même obtiendrait-on le même résultat, en laissant plongée la pièce de bois, après qu'elle est achevée, dans une dissolution concentrée de sulfate de fer ou d'acétate de chaux. Si l'on soumettait à l'un

ou à l'autre procédé, toutes les pièces qui entrent dans la charpente d'un édifice, il est indubitable qu'on couperait court à l'incendie des habitations. Jusqu'à présent, les économistes qui ont visé à ce résultat, se sont contentés de revêtir seulement la surface des merrains et des poutres, avec un sel qui, par le feu, forme croûte, et préserve l'intérieur du contact de l'air et de la flamme; il est évident que cette amélioration avait le tort d'être superficielle.

1171. Agriculture. — L'*humus* étant un résidu plus ou moins charbonné, mais absolument insoluble, il doit être démontré que le rôle qu'il joue dans la végétation n'est pas d'être absorbé par les racines, pour passer dans la sève, à l'état de liquide nourricier. L'*humus* et le *terreau* ne sont pas les éléments immédiats de l'organisation, mais le laboratoire, si je puis m'exprimer ainsi, des sucs et des gaz nourriciers. Le charbon, en effet, a la propriété d'absorber les gaz, de les condenser dans ses pores. Or si, dans ses pores, se trouvent en même temps des substances susceptibles de se combiner chimiquement avec ces gaz, la combinaison ne pourra que gagner en durée par la condensation de ceux-ci; il se formera alors et des liquides et de nouvelles substances gazeuses, parmi lesquelles jouera le principal rôle l'acide carbonique, provenant de la combustion du carbone par l'oxigène condensé.

1172. Nous avons vu que les alcalis jouissaient de la propriété de carboniser les tissus ligneux les plus durs; il s'ensuit que, dans l'application, on pourra activer la décomposition en terreau des plantes les plus rebelles au fumage, telles que le buis, les bruyères, les mousses, les écorces, les éclats, etc., en les laissant en contact, en plein air, avec de la chaux vive ou de la cendre tirée tout récemment de l'âtre. La pluie et l'humidité formeront une espèce de lessive qui réduira en terreau ces couches de branchages, en un temps d'autant plus court, que la dose d'alcali aura été plus forte et

le temps plus humide. Dans ce but, on construit, dans des fosses de deux pieds de profondeur, des tas élevés de quelques pieds, avec des couches alternatives de branchages et de chaux, dans la proportion d'un doigt de chaux pour un pied de profondeur de la couche végétale. On élève le tas de quatre pieds au dessus du sol; on le couvre après d'une bonne chemise de terre, et on le mêle au bout de trois mois, et souvent au bout d'un mois même, pour en répandre la poudre sur le champ, si on la trouve suffisamment consommée; sans cela, on reconstruit le tas, que l'on recouvre d'une nouvelle chemise de terre. Ces sortes de fumiers se nomment COMPOSTS VÉGÉTAUX, et sont aussi fertilisateurs que le terreau des forêts défrichées.

1173. Toute substance organique finit à la longue par devenir terreau; l'emploi de la chaux abrège la durée de cette décomposition, et lui imprime une marche plus régulière et plus propice.

1174. ARTS TEXTILES. — ROUISSAGE. — La flexibilité du ligneux, surtout à l'état humide, le rend, dans certaines tiges, très propre à former des liens et des tissus, pour les besoins les plus grossiers du jardinage et de l'emballage. Mais chaque organe vasculaire de la tige étant une tige en miniature (*), il s'ensuit que chaque filament isolé d'une tige peut se prêter aux mêmes mouvements de torsion, et former, par son association avec un plus ou moins grand nombre d'autres de ses congénères également isolés, des liens d'une certaine force et d'une bien plus grande flexibilité, qui, sous un grand calibre, prennent le nom de *cordages*, et, sous le diamètre d'une fraction de millimètre, celui de *fil*. Il est des poils végétaux assez longs pour remplacer avec avantage, à cause de leur grande flexibilité et de l'uniformité de leur structure, les filaments vasculaires des tiges et des écorces. Les cordages et

(*) Voy. *Nouveau syst. de physiolog. végét. et de botan.*, t. I, § 621.

les fils sont donc des assemblages de filaments vasculaires isolés d'abord d'une tige, et feutrés ensuite par la torsion, que rend durable la dessiccation. Le tissage entrelace ces fils à angles droits en général, pour en faire des tissus, qui prennent le nom de *toiles*, quand les filaments proviennent d'une tige, et celui de *cotonnades*, quand les filaments sont les pilosités d'une surface organique, spécialement les pilosités qui émanent de la surface des graines du cotonnier (pl. 2, fig. 16).

En conséquence, il est peu de végétaux que le tissage ne soit en état de mettre à profit, en isolant, par des procédés mécaniques, les filaments vasculaires qui rentrent dans la structure de leur tige. La préférence que les arts textiles donnent à certaines espèces, est due à la facilité avec laquelle leurs filaments s'isolent, à la force et à la pureté du produit isolé. Lorsque ces filaments sont des organes externes, on n'a pas besoin d'extraire, mais seulement de recueillir le produit, et la main-d'œuvre qui précède le tissage se réduit à la cueillette ; tel est le coton. Mais il n'en est pas de même, lorsqu'on se propose de tisser les filaments vasculaires étroitement unis, et entre eux et avec les cellules contre lesquelles ils se développent; l'opération devient plus compliquée.

Il est des végétaux chez lesquels ces filaments se désagrègent spontanément ; tels sont les rhizomes des *typha* (massette) de nos étangs (993), dont la substance malaxée entre les mains se résout en fécule d'un côté, et de l'autre en filaments d'une grande force, ayant en longueur les dimensions de l'entrenœud, et en diamètre l'épaisseur d'un fil ordinaire, et l'aspect verni de la *soie grège*.

Il en est d'autres, chez qui la macération isole, non pas les filaments vasculaires, mais les spires qui s'enroulent dans la capacité de ces filaments, et qui donnent au tissage les tissus les plus soyeux. Les tiges des cucurbitacées vraies, abandonnées à leur propre décomposition dans l'eau, pourraient admirablement servir à cet usage; il suffirait de les retirer à temps, et de soumettre à des macérations acidulées

et à quelques lavages, la filasse qui survit à la décomposition des tissus ambiants. On voit un produit de ce genre sur la pl. 2, fig. 3 du *Nouveau système de physiologie végétale.*

Chez d'autres plantes, telles que le mûrier à papier et le tilleul, ce sont les couches d'aubier qui, en devenant liber et ensuite écorce, isolent leurs filaments vasculaires en s'aplatissant, et donnent ainsi des lamelles pelliculeuses, qui pourraient au besoin servir de *papyrus*, et qui servent admirablement à tresser des liens ou des cordages.

1175. Chez d'autres plantes, telles que le lin (pl. 2, fig. 17) et le chanvre (pl. 2, fig. 14), ce sont les tubes vasculaires et interstitiaux eux-mêmes qui fournissent les éléments des tissus ouvragés; mais ils ne s'isolent que par l'effet du *rouissage*, c'est-à-dire du séjour des tiges plus ou moins prolongé dans les eaux. Le rouissage a pour but de décomposer tous les tissus de la plante qui se prêtent à la fermentation, d'obtenir ainsi isolés et parfaitement nettoyés tous les organes non fermentescibles; or les parois vasculaires se trouvent dans ce cas. On n'a plus alors qu'à briser les tiges et peigner la filasse, pour la soumettre au *filage* et ensuite au *tissage*. Mais ces diverses opérations offrent de graves inconvénients; le *rouissage* infecte les airs de miasmes; le *peignage* attaque la poitrine des ouvriers. Il est vrai qu'en remplaçant le travail à la main par celui des machines, on éviterait le second de ces graves inconvénients; quant au premier, il appelle toute l'attention des économistes, et il accuse hautement depuis longtemps leur incurie à cet égard, surtout dans les pays où l'eau qui sert aux *routoirs* est destinée à servir d'eau potable. Nous proposons les aperçus suivants à l'expérimentation des localités.

1176. Placez, si vous le pouvez, les *routoirs* sur les hauteurs et au-dessus de l'emplacement des villages et de la ferme; le vent emportera les émanations au-dessus de vos têtes.

1177. Dans les pays de montagnes, construisez des éclu-

ses, en barrant le ravin d'un torrent encaissé entre deux crêtes; une simple muraille construite en pisai vous donnera ainsi un vaste routoir, qui ne nuira en rien à la salubrité des villes.

1178. A la fermentation putride, substituez, si vous le pouvez, une toute autre fermentation, la fermentation alcoolique et acétique, par exemple, en mêlant à vos chanvres le marc de vos sucreries ou de vos distilleries, et en abandonnant vos chanvres et vos lins dans une cuve à fermentation à demi pleine de mauvaise mélasse; vous aurez assaini l'air d'autant.

1179. Au lieu de tenir plongées les bottes dans des mares et des ruisseaux, encombrez-en les souterrains humides, les carrières abandonnées et plongées dans l'obscurité; l'humidité de ces lieux produira tout aussi vite la décomposition que l'on cherche à provoquer dans des eaux stagnantes exposées au soleil; mais les émanations de ces foyers d'infection n'arriveront jamais jusqu'à la surface du sol; et si elles y parvenaient, le rayon solaire en décomposerait tout-à-coup la nature; car les produits de la décomposition obscure sont d'une toute autre espèce que ceux de la décomposition éclairée, et ne résistent pas au grand jour.

1180. Dans les pays où les préjugés de l'ancien rouissage l'emporteront encore, encaissez les routoirs avec de hautes digues ou chaussées en terre, et donnez au courant d'air une direction unique que vous ménagerez vers l'âtre de vos grandes usines, dont ces miasmes activeront la combustion, en se décomposant.

1181. Quoi qu'il en soit, les éléments du *tissage* étant spécialement les organes vasculaires des plantes, et la longueur de ces filaments dépendant de la longueur de la tige, espèce de long entrenœud dans le sein duquel ils croissent; d'un autre côté, la tige, organe nocturne (*) s'allongeant d'autant plus qu'elle croît dans une plus grande obscurité, il

(*) *Nouv. syst. de physiologie végét. et de bot.*, tom. II, § 1263.

s'ensuit que les plantes textiles doivent être semées dru, et non en lignes espacées. De cette manière, les plants n'ont tous qu'un seul jet qui s'élève haut et ne se ramifie qu'au sommet.

1182. C'est peut-être à l'oubli de cette circonstance, encore plus qu'à la différence du climat, que l'on doit attribuer l'insuccès de la culture en France du *lin* de la Nouvelle-Zélande (*phormium tenax*). Essayez de le semer dru, dans un terrain sablonneux et humide, sur un versant exposé au soleil, et dans le voisinage de la mer, et arrachez la plante, pour la faire *rouir*, à l'époque de la floraison.

1183. Papeterie. — Il n'est pas de plante herbacée, cultivée ou non, qui ne puisse servir à la fabrication du papier; car il n'est pas de plante de ce genre qui ne possède en grande quantité les filaments vasculaires, dont le feutrage forme le tissu du papier. Mais l'emploi de toute espèce de plante n'offre pas la même économie dans la fabrication du papier. L'économie, en effet, consistant à obtenir le plus de produits avec moins de frais d'achat et de fabrication, afin de pouvoir tenir le prix de la vente au meilleur marché possible, il serait absurde de consacrer à la fabrication du papier, des plantes qui servent à des usages ou de première nécessité ou d'une utilité plus générale; il y aurait folie à cultiver, pour faire du papier, des champs qui habituellement produisent de riches récoltes en céréales; il y aurait folie au second degré à cultiver dans ce but un champ d'une qualité bien inférieure. Car les rebuts de toutes nos cultures se transforment plus vite en beau papier, que les substances végétales d'où ils proviennent; les fibrilles que cette fabrication utilise n'ayant besoin ni de la longueur ni de la ténacité que réclame le tissage, il s'ensuit que les tissus usés, les chiffons jetés à la rue, sont la matière première la moins chère que l'industrie puisse consacrer à cette fabrication, et l'usure même n'a fait que les y approprier davantage. Jugez des dépenses qu'il faudrait subir, pour amener la *filasse de chanvre* et *de lin*, au degré de souplesse

et de blancheur, que la série des opérations désignées sous le nom de *rouissage*, de *peignage*, de *filage*, de *tissage*, de *blanchissage* et de *lessivage*, ont communiquées à la longue aux fibrilles des chiffons de toile que l'on jette au rebut.

Les vieux cordages entrent aussi pour une quantité considérable dans la fabrication du papier; mais ils exigent un blanchiment particulier, ainsi que tous les chiffons de couleur.

Enfin il n'est pas jusqu'à la pulpe des pommes de terre, d'où on a extrait la fécule (1058), et à celle des betteraves, dont on a extrait le sucre, qui ne soient en état de fournir la matière première du papier d'une inférieure qualité, des papiers à carton principalement. L'encollage (1081) produit la cohérence de ce ligneux trop divisé, comme il ajoute à la force du feutrage des fibrilles des chiffons et des cordages.

Méfiez-vous donc des charlatans, qui vous annoncent, avec la trompette des brevets d'invention et celle des affiches périodiques, la découverte d'une nouvelle plante propre à la fabrication du papier ordinaire.

1184. Blanchissage des toiles et du papier. — Depuis Berthollet, on a blanchi les tissus végétaux au moyen du chlore: mais tous les fabricants ne paraissent pas fort pénétrés des principes théoriques de ce mode de blanchissage. Le chlore blanchit, en se transformant en acide hydrochlorique, aux dépens de l'eau hygrométrique et de l'hydrogène de certaines substances organiques, puis en se saturant des bases, surtout des oxides de fer et de manganèse, qui nous paraissent former la base des matières salissantes et colorantes. On conçoit qu'en excès le chlore finirait par s'attaquer à la substance du tissu, après avoir dépouillé le tissu de ses accessoires et de ses impuretés; cela arriverait si, faute d'être saturé par les bases ou enlevé par les lavages, il séjournait, en qualité d'acide hydrochlorique, autour des fibrilles du tissu. Aussi, dès que son premier effet est produit, il faut laver à grande eau en toute hâte.

Dans les fabriques de papier, on a utilisé dans ce but le chlorure de chaux; et pour activer le dégagement du chlore, on s'est servi souvent de l'acide sulfurique. Il est résulté de cette manipulation, dirigée par des mains inhabiles, des effets si graves, que des cuvées entières de papier sont tombées en poussière, après quelques mois d'exposition dans les magasins, et d'autres après l'impression complète d'un ouvrage; l'imprimeur Rignoux a perdu de la sorte deux ou trois éditions entières qu'il avait en magasin. Les savants qui voulurent expliquer les causes de cet accident à l'Institut (*) se montrèrent pour le moins aussi maladroits que les ouvriers, dont la manipulation était la source de si grands dommages : ils attribuèrent au chlore, un effet dont le chlore était, même dans cette circonstance, en tout point innocent; le blanchiment au chlore, dirigé selon les règles de l'art, ne produit rien de semblable, et aucun de nos meilleurs papiers n'est blanchi autrement (**). C'est l'emploi aveugle de l'acide sulfurique qui avait produit ces ravages; et ce papier, qui s'écaillait et tombait par plaques, comme le papier d'emballage incinéré, répandait une odeur assez prononcée d'acide sulfu-

(*) Voy. *Bulletin scientifique et industriel du* Réformateur, n° 21. col. 1re, octobre 1834.

(**) Il s'est passé, dans une affaire assez scandaleuse, celle de Horner et Séguin, 14 août 1836, un fait qui devrait enfin faire ouvrir les yeux de nos législateurs sur les vices de nos expertises légales, et sur l'inconvénient de laisser le choix des experts chargés d'éclairer l'instruction, à la police et à l'accusation même. On a vu un chimiste expert venir déclarer, en pleine audience, qu'un billet était l'œuvre d'une falsification, et que la falsification avait été faite, en enlevant l'écriture avec le chlore; il se fondait sur ce que les réactifs et l'odorat décelaient l'existence du chlore dans la substance du papier. Chevalier ignorait évidemment que tous les papiers se blanchissent au chlore; et probablement son odorat l'avait moins servi, en visitant les magasins de papier, qu'à l'audience; car il n'est personne qui n'ait remarqué cette odeur suffocante dans les magasins les mieux aérés. Condamnez ensuite sur de pareils témoignages, alors que la cour s'oppose à les faire débattre contradictoirement!

rique, que l'on prit pour l'odeur du chlore. L'ouvrier chargé de verser l'acide sulfurique dans la pâte mêlée de chlorure, l'avait versé en trop forte dose ou dans un temps inopportun; et il était resté dans la pâte, en grande quantité, de l'acide sulfurique libre, qui n'avait pu se saturer faute de base calcaire. Nous avons dit (945) avec quelle facilité cet acide s'emprisonne dans l'encollage, à l'insu du manipulateur; et l'on doit prévoir avec quelle activité, dans l'atmosphère d'un magasin humide, il a dû travailler sur le papier, à l'insu du marchand de papier et de l'imprimeur. De la substance de tels papiers, on pourrait retirer une certaine quantité de sucre (1162).

1185. Le procédé par l'acide sulfurique est, du reste, basé sur une idée fausse; on s'est imaginé que l'acide sulfurique ne dégageait que du chlore des chlorures; il dégage de l'acide hydochlorique, qui ronge les tissus, tout autant que du chlore qui est destiné à les blanchir; les papiers ainsi blanchis ne doivent pas tarder à jaunir, et ne sont pas d'une aussi longue durée que les autres.

1186. Laissez là les chlorures, et revenez à l'eau chlorée de Berthollet. Mêlez ensemble vos chlorures avec du manganèse et un peu d'eau, versez ensuite de l'acide sulfurique, faites parvenir le chlore qui se dégage sur la pâte que vous désirez blanchir et qui s'agite pour s'en imprégner, vous blanchirez plus vite et avec moins de danger; ou bien plongez vos chiffons et vos matières premières dans une eau saturée de chlore, lavez dans un bain de potasse, replongez dans l'eau chlorée, et lavez de nouveau dans le bain, puis à grande eau, et le pilon achèvera de laver et de neutraliser la pâte.

1187. Hygrométricité des tissus végétaux; ses effets sur les cordages. — Les fibrilles végétales ont, à se diriger en spirale, la même tendance (*) que montrent les tiges volubiles et les vrilles des végétaux. La dessiccation les tord d'une manière anomale et autour de l'axe de leur cylindre; elle

(*) *Nouv. syst. de physiol. végét. et de bot.*, tom. I, § 1231, 1836.

éloigne ainsi leurs tours de spire, et allonge par conséquent la portée du filament. L'humidité ramène à la disposition normale cette tendance à la torsion, et le filament rapproche ses tours de spire en un cylindre plus régulier, et d'un plus grand diamètre, mais d'une longueur moindre d'autant. La dessiccation allonge donc, et l'humidité raccourcit. De là vient que les cordages quand on les mouille se roidissent, et qu'ils se raccourcissent, jusqu'à opérer, par ce seul fait, une traction qui complète souvent et régularise la traction des machines. Chaque petite fibrille tend, sous l'influence de l'humidité, à rapprocher ses tours de spire, et partant à occuper moins d'espace dans le sens de la longueur.

1188. Procédé pour distinguer d'un coup d'œil la nature des éléments fibrillaires qui rentrent dans la contexture d'une étoffe. — Dans une séance de décembre 1827, le ministre d'alors adressa à l'Académie des sciences une missive de la douane, qui demandait un procédé capable de mettre les douaniers à même de distinguer en peu de temps les éléments d'une étoffe faite avec soie et coton, fil et coton, coton et laine, etc. Dans la séance suivante, nous indiquâmes l'emploi d'une simple lentille et d'un micromètre tenu au foyer par une monture convenable, comme le moyen le plus expéditif de résoudre ces petits problèmes de contrebande. En effet, les fibrilles textiles affectent des formes et des dimensions bien différentes, selon leur origine.

1189. Ainsi, les fibrilles de coton (pl. 2, fig. 16), qui sont les poils émanés de la graine (1104), et épuisés de leurs sucs par le développement et la dessiccation, se présentent au microscope comme des rubans diaphanes aplatis, ou plutôt creusés en rigole au milieu et dans le sens de leur longueur, et bordés de deux bourrelets parallèles. Un de leurs bouts est coupé carrément (α), et l'autre se termine en cône obtus (β). Elles varient en largeur autour de $\frac{1}{35}$ de millimètre.

1190. Les fibrilles de chanvre (pl. 2, fig. 14), au con-

traire, organes vasculaires et interstitiaux, isolés par le rouissage du tissu cellulaire, se présentent comme des tiges souvent articulées, cloisonnées, cylindriques, béantes par leurs deux extrémités, et hérissées çà et là de petits prolongements radiculaires, traces de leur adhérence avec les tissus ambiants; les plus gros atteignent $\frac{1}{25}$ de millimètre.

1191. Les fibrilles de lin (pl. 2, fig. 17), organes analogues, mais beaucoup moins déliés, sont également de longs cylindres cloisonnés de distance en distance, d'un aspect moins rustique que les fibrilles de chanvre, et ne dépassant pas en diamètre $\frac{1}{50}$ de millimètre.

1192. Les fibrilles de soie (pl. 2, fig. 13), produits plutôt qu'organes, proviennent de l'agglutination de deux fils, qui se rencontrent au sortir de deux filières, par lesquelles le ver à soie fait passer cette matière coagulable. Aussi apparaissent-ils au microscope, comme deux cannelures soudées côte à côte. Leur aspect est aussi hyalin que celui des fibrilles de coton, dont, au premier abord, elles offrent l'apparence; mais elles s'en distinguent par leur régularité et l'invariabilité de leurs dimensions; elles ne dépassent pas $\frac{1}{35}$ de millimètre.

1193. Les poils de la laine (pl. 2, fig. 15) ne sauraient un instant se confondre avec les fibrilles précédentes : ce sont de gros cylindres, fortement ombrés sur les bords, réticulés sur leur surface par un épiderme analogue à celui des plantes, munis de racines par l'extrémité qui adhérait au cuir, et terminés en cône par l'extrémité opposée, quand ils n'ont été ni coupés carrément, ni fendus longitudinalement. On remarque, dans leur intérieur, une ligne noire, qui indique un canal médullaire rempli d'air ou d'un liquide d'un pouvoir réfringent différent de la substance du poil (734). Ces gros cylindres ont jusqu'à $\frac{1}{8}$ de millimètre de diamètre; les poils noirs affectent souvent des dimensions plus considérables.

1194. Les cheveux (pl. 2, fig. 15 α) offrent le même aspect, les mêmes caractères; mais ils atteignent en moyenne

$\frac{1}{32}$ de millimètre. La fig. 15 est dessinée d'après la laine blanche, et la fig. 15 α d'après un cheveu blond (*).

1125. Une fois cette étude achevée (et l'on pourrait au besoin y soumettre un plus grand nombre de substances), il sera aisé de reconnaître avec quel genre de fibrilles, a été tissée l'étoffe soumise à la vérification.

1196. Soit, en effet, une loupe construite, à peu de chose près, sur le modèle de la *loupe de voyage* (430), c'est-à-dire une loupe composée d'un porte-lentille à demeure, et d'un porte-objet en verre, placé à la distance focale de la lentille, qui ne doit pas s'éloigner de trois millimètres de foyer (pl. 4, fig. 11). Que sur le verre du porte-objet, on ait fait tracer une division micrométrique de un millimètre, divisé en 100 parties égales. On étendra, sur le porte-objet, la plus petite parcelle du tissu soumis à cette étude, de manière que la frange du bord arrive à occuper la moitié du champ visuel de la lentille. On appliquera cette loupe montée contre l'œil, de manière à l'éclairer par la lumière des nuages. Comme chaque fibrille s'étalera séparément sur le micromètre, on lira du même coup d'œil, le nombre de divisions du millimètre que chacune d'elles recouvrira. Les fibrilles de laine en occuperont douze environ, les cheveux huit, les fibrilles de chanvre quatre, celles de lin deux, celles de coton et de soie trois. L'aspect et les formes accessoires de chacune d'elles ajouteront encore à l'évidence de la vérification.

1197. Mais il ne sera pas moins facile d'établir en quelle proportion chacun de ces éléments rentre dans la confection du tissu. Le même micromètre, en effet, servira à mesurer tout aussi bien l'espace occupé par chaque faisceau, que l'espace occupé par chaque fibrille. »

1198. Sur cette lettre, l'Académie garda le silence, et

(*) Toutes ces figures ont été obtenues d'après des fibrilles également plongées sous une nappe d'huile à brûler, et c'est peut-être cette circonstance, qui a rendu plus noir le canal central des fibrilles de laine (734).

l'autorité d'alors ne fut pas plus pressée de réclamer la réponse, que nous de demander un rapport. Notre but n'était que de signaler la supériorité, dans une foule d'applications, des essais microscopiques sur les essais chimiques d'alors; et nous livrâmes la note à l'impression dans la *Bibliothèque physico-économique* de cette année. Nous en avons fait mention dans la première édition de cet ouvrage (p. 118).

1199. Mais en 1837, ces idées si négligées par l'auguste assemblée dix ans auparavant, ont acquis tout-à-coup une importance académique (1109). Comme la conviction tarde à venir à l'auguste assemblée! mais comme elle y est rapide, quand elle prend le parti d'y venir!

1200. Charpie. — On a observé depuis long-temps que l'emploi des tissus de coton, même les plus blancs, ne pouvait être substitués, sans danger, à celui des tissus de toile, pour faire de la charpie destinée à étancher les plaies. Quelques auteurs ont cru en voir la raison dans la forme des fibrilles de coton, qui, d'après eux, seraient triangulaires et à angles tranchants, et couperaient ainsi les chairs, au lieu de les protéger; et Berzélius a vaincu la répugnance qu'il éprouve à se servir des indications microscopiques, pour adopter cette explication que, à cause de son nom, nous nous garderons bien d'appeler ridicule. Car il est facile de voir que de si petits organes, alors même qu'ils seraient aussi tranchants que l'hypothèse les suppose, auraient été peu nuisibles aux chairs, séparés qu'ils en sont par un caillot de sang et de pus inerte. Mais enfin on s'assure au microscope (1172) que la forme indiquée *à priori* n'est rien moins que celle qu'affectent les fibrilles de coton. Celles-ci sont des tubes aplatis, exactement conformés, avant leur dessiccation, comme tous les poils des graminacées, mais beaucoup plus longs; et la surface en est aussi lisse que le sommet en est obtus. Après la dessiccation, ils se montrent aplatis, parce que s'étant vidés de la substance incluse, leurs parois se sont accolées l'une

contre l'autre, pour former non plus un cylindre, mais un ruban flexible et sans cavité. Il est certain que les fibrilles de chanvre et même du plus pur lin, au contraire, sont rigides, âpres, et souvent aiguës ou en biseau à chacune de leurs extrémités. Sous ce rapport, dans la première manière de concevoir la théorie de la charpie, la charpie de toile devrait être plus nuisible que la charpie du coton. Mais la structure des fibrilles de lin et de chanvre, au contraire, présente une condition favorable à la cicatrisation des plaies, et qui manque absolument sur les fibrilles de coton. Les premières, en effet, sont des cylindres béants, creux et vides, et ouverts à leurs deux extrémités, quand ils cassent entre deux cloisons. Ce sont des tubes d'une capillarité microscopique, éminemment propres à aspirer le sang ou le pus qui s'écoule, à le soustraire à l'action de l'air et de la fermentation putride, et partant à former autour des plaies une atmosphère désinfectante, à la manière des corps poreux et condensateurs, du charbon par exemple. Les fibrilles de coton, au contraire, rubans aplatis et sans cavité (1189), ne sont là que comme un filtre ordinaire, qui donne issue à tout ce qui est liquide, et le transmet ou le retient dans son réseau, avec toutes ses qualités et ses tendances, qui ne s'oppose enfin à aucune des conséquences de l'écoulement, ni à son passage, ni à sa fermentation putride.

1201. Il suit de cette explication, que les tissus les plus usés et les plus souvent blanchis et lavés sont les plus propres à servir de charpie. Car l'usure les a divisés en un plus grand nombre de compartiments, a détruit un plus grand nombre de cloisons, a ouvert un plus grand nombre de fibrilles par les deux extrémités; le lavage a dépouillé l'intérieur de ces cylindres, de plus de substances élaborées par la végétation, il les a rendus plus perméables aux liquides, en les réduisant à la pureté essentielle de leurs parois, et en a poussé la capillarité jusqu'à ses dernières limites.

1202. Ces dernières observations suffiront, pour faire ap-

précier le mérite d'une innovation de ces dernières années. L'auteur, craignant que les vieux chiffons ne puissent bientôt plus suffire à la confection de la charpie, avait imaginé d'en faire avec du chanvre roui, qu'il blanchissait au chlore; il intitulait ce produit *charpie vierge*. Mais en ce point la virginité de la substance est son plus grave défaut; car jamais le *rouissage* ne communiquera aux fibrilles, les qualités physiques qui lui proviennent de l'usure et des lavages; cette charpie s'imbibera donc fort peu de sang et de pus, et restera même inférieure à la charpie de coton. Le blanchissage au chlore imprégnera cette charpie d'une quantité de chlore qui ne saurait manquer d'irriter les plaies, et que quelques lavages ne seraient pas dans le cas d'enlever. Aussi à peine a-t-on eu besoin de porter les essais à deux ou trois dans nos hôpitaux, pour s'assurer des mauvais effets de cette innovation, d'abord beaucoup prônée de complaisance.

1203. Sous le rapport économique, l'idée de l'auteur n'était pas moins fausse que sous le rapport thérapeutique. Elle ressemblait un peu en effet à celle des économistes, qui cultiveraient le chanvre, pour en faire immédiatement du papier; ce qui serait vraiment commencer l'industrie par où elle doit finir; ou bien encore elle ressemblait beaucoup à celle de l'agronome qui ne sèmerait que pour avoir des engrais en vert. Continuez à cultiver le chanvre et le lin pour en faire de la *toile vierge*; et quand celle-ci se sera usée à la peine, donnez-nous de la *charpie bien vieille*; celle-ci n'en vaudra que mieux et elle aura coûté moins cher.

CHARPENTE, TABLETTERIE ET AUTRES ARTS.

1204. L'art du charpentier recherche dans le bois, des qualités diverses, dont les principales se rapportent à la pesanteur, à la ténacité et à l'élasticité. Sous ce triple rapport, tous les bois ne sont pas également propres aux constructions, et la plupart ne sont utiles que dans certaines circonstances. La

pratique distingue donc les bois en diverses *essences*, selon leur genre d'utilité. Mais tous les individus d'une essence ne sont pas doués au même degré du genre de caractère qui fait leur mérite. L'âge, le sol et l'exposition font varier les qualités des individus d'une même essence, presque autant que les essences varient entre elles (*).

1206. L'anatomie végétale nous fournit le moyen de nous expliquer la raison de ces différences d'une manière péremptoire. Le tronc d'un arbre n'est qu'un vaste entrenœud, analogue, comme unité, à la plus courte de ses branches. C'est un agrégat de loges disposées circulairement autour d'un centre médullaire, qui croissent toutes de front, et se développent, en reproduisant leur type dans leurs capacités respectives, et cela par des générations qui s'emboîtent à l'infini, depuis l'époque de la germination, jusqu'à ce que la vie s'éteigne. Chaque cellule engendre également à l'intérieur et à l'extérieur de ses parois. Les cellules intérieures s'arrondissent et se moulent sur la capacité de la cellule maternelle. Les cellules extérieures s'allongent dans les interstices, et ne s'arrêtent, dans leur développement, qu'aux limites de l'entrenœud lui-même. Mais ici deux cas peuvent se présenter: ou bien la cellule allongée et *vasculaire* s'élancera d'un seul jet et sans se reproduire autour d'elle; ou bien, dès les premières phases de son développement, elle engendrera autour d'elle des cellules qui engendreront autour d'elles, par le même mécanisme continué à l'infini, c'est-à-dire par des dichotomies incessantes. Dans le premier cas, le tissu général de l'entrenœud sera lâche et spongieux, fibrilleux en long, pointillé en large, flexible, mais peu résistant; dans le second cas, au contraire, le tissu, feutré pour ainsi dire par les entrelacements d'organes qui se pressent, offrira un grain aussi serré presque en long qu'en large, quoique pourtant sa force soit principalement en longueur. Mais le dernier de ces deux

(*) *Nouv. syst. de physiol. végét. et de botan.*, t. II, § 1584.

modes de développement est susceptible de se subdiviser en deux autres, c'est à-dire que les cellules vasculaires se développeront ou plus rapidement ou bien moins rapidement que les cellules polyèdres et qui s'accroissent ordinairement dans tous les sens. Dans le premier mode, il sera plus serré que dans le second; et si on l'analyse au microscope, on trouvera qu'il ne se compose en apparence que de vaisseaux béants, toutes les autres cellules ayant été refoulées et aplaties par le développement des cellules vasculaires. Or, comme ce sont ces cellules vasculaires qui renferment les matières gommeuses, résineuses et colorantes, il s'ensuit que le bois sera susceptible d'un poli d'autant plus beau, que la matière qui les remplit durcira plus vite à l'air et subira moins de retrait en séchant. Prenons un exemple dans le sapin, dont les planches sont si généralement employées aux cloisons et aux meubles de peu d'importance. Les vaisseaux du tronc se développent ici dans le sens de la longueur du tronc, et sans se ramifier beaucoup; ils se pressent tellement, qu'ils forment des couches concentriques d'un grain cent fois plus dur que la couche également concentrique de cellules qui alterne avec eux; ces vaisseaux sont turgescents d'une résine liquide qui s'échappe au dehors, dès qu'on incise le tronc; c'est ainsi qu'on la recueille dans les vastes forêts de pins et de sapins; mais on observe alors que le bois de ces arbres a perdu de ses qualités caractéristiques; qu'il est plus pliant, mais moins élastique; plus flexible, mais moins résistant; et que le grain en est plus mou et plus lâche. Quant aux individus de cette essence d'arbres, qu'on a épargnés et destinés à la charpente, on remarque encore que les planches rabotées pleurent bientôt la résine, surtout au soleil ou exposées à une température élevée; leurs vaisseaux béants se vident et s'épuisent; la substance du bois devient plus poreuse et encore plus perméable à l'humidité; ce qui ne contribue pas peu à tourmenter les planches et à les désassembler.

1206. Tout tronc d'arbre offre, sur une section transver-

sale, quatre couches d'une épaisseur variable, selon les essences : l'écorce, couche épuisée et de rebut; l'aubier, couche d'un tissu lâche, et le plus souvent incolore, qu'on enlève par l'équarrissage; les bois, d'un tissu dur et coloré, que les arts emploient exclusivement; et enfin la moelle, qui est pour ainsi dire le centre géométrique du cercle. Les arbres qui ont plus d'aubier que de bois ne sont bons que pour le chauffage.

1207. La différence de grain, qu'on remarque entre les divers bois, vient donc de deux causes principales, et du mode de développement des cellules vasculaires, soit entre elles, soit par rapport aux cellules cellulaires; et ensuite de la nature de la substance qui en emplit la capacité, qui la distend d'une manière durable ou l'abandonne en coulant, qui la colore enfin de ses mille nuances. Mais la structure spéciale à chaque essence se modifie ensuite par d'innombrables dégradations, selon qu'on la cultive de telle ou telle manière, dans tel ou tel sol, à telle ou telle hauteur au-dessous du niveau de la mer, enfin sur tel ou tel versant de la colline ou de la montagne. Aussi les nombres que l'on a déduits des diverses expériences, auxquelles on s'est livré, dans l'intérêt de l'art de la *charpente*, de *construction*, *du charronnage*, etc., ne doivent être considérés que comme des moyennes approximatives, qui peuvent servir de base aux prévisions des entrepreneurs, mais qui doivent être soumises à une vérification nouvelle, toutes les fois que l'on change de localité. Nous n'enregistrerons qu'à ce titre les nombres que nous aurons à puiser plus bas, dans les meilleurs auteurs des *Traités de charpente et de construction*, tels que Rondelet, Rennie, Gauthey, Tredgold, etc.

1208. Bois de charpente. — On employait anciennement le chataignier (*castanea vesca*) à la charpente des combles, à cause de sa légèreté et de sa consistance, et surtout parce qu'il est peu sujet à la vermoulure et qu'il ne se tourmente

pas: mais il a le défaut de se raboter mal, et de ne point recevoir de poli.

1209. Le CHÊNE BLANC (*quercus robur*) doit sa vogue à sa durée, à son élasticité, à sa force, enfin aux dimensions considérables qu'il peut atteindre sur tous les genres de terrain. On dit que le *chêne de Hollande*, qui supporte un plus beau poli que nos chênes ordinaires, n'est que le chêne des Vosges, que les Hollandais nous renvoient, après l'avoir laissé séjourner quelque temps dans les eaux. S'il en est ainsi, le fait est susceptible d'une explication des plus rationnelles, en ce qu'il s'est produit alors un commencement de fossilisation qui a fait pénétrer l'eau dans toutes les lacunes du bois, pour venir y déposer, par incrustation, ses sels calcaires, et en rendre de la sorte le tissu plus homogène et moins poreux.

1210. Le PEUPLIER (*populus alba*) fournit aux échafaudages, des tiges d'un jet assez long et assez droit, et de belles poutres aux constructions; mais il est plus souvent employé, sous ce rapport, dans le midi que dans le nord de la France.

1211. Le PIN et le sapin (*pinus abies*) jouissent du privilége de fournir les mâtures et autres pièces des constructions navales, ainsi que les plus fortes poutres de la charpente des bâtiments. Ces arbres résineux, flexibles et résistants, se rabotent bien, ne se polissent pas, et sont sujets à se tourmenter et à se fendre. Le SAPIN tient, dans le midi de la France, le même rang que le chêne dans le nord et aux environs de Paris; il fournit toutes les grosses pièces de charpente. Cela vient de ce que les forêts du nord sont en plaine, où les conacées poussent mal, tandis que, dans le midi, on ne consacre aux forêts que les montagnes, dont les arbres résineux sont les essences privilégiées.

1212. Le HÊTRE (*fagus*) ne se conserve que dans l'eau, mais non aux injures de l'air; il en est de même de l'AUNE (*Ulnus betula*); aussi ces deux sortes de bois ne sont-ils employés avec avantage que dans les pilotis; et l'on dit que les pilotis sur lesquels sont fondées Venise et les villes de la Hol-

lande, n'appartiennent pas à une autre *essence* qu'à l'AUNE.

1213. Le FRÊNE (*fraxinus excelsior*), et le CHARME (*carpinus betulus*) sont quelquefois recherchés en charpente, à cause de leur force et de leurs grandes dimensions.

1214. Bois DE MENUISERIE. — C'est du MERISIER (*cerasus avium*), qu'on a tiré long-temps les planches des meubles de la petite propriété; la couleur rougeâtre, qu'on rendait durable par l'addition d'une teinte de la même couleur, la dureté de son grain, et la facilité qu'il offrait au rabot pour les assemblages, lui donnaient les qualités d'un acajou indigène. Il a été détrôné par le noyer (*juglans regia*), qui, à des veines plus *ronceuses*, joint la propriété de donner un plus beau poli, et d'imiter, par le verni coloré, les plaques d'un bel acajou exposé depuis long-temps à l'air; et comme le prix de ce bois permet de l'employer massif et sans placage, le luxe l'a préféré quelque temps, pour meubles d'ornement, à l'acajou même. Le noyer noir est moins sujet aux vers que le noyer blanc. Le noyer noir ne s'emploïe presque jamais massif, mais en placage; c'est celui qui offre les veinages les plus jolis; le placage le garantit du ver qui l'attaque, protégé qu'il est alors contre ses ravages, par le vernis d'un côté, et par le chêne qu'il plaque de l'autre.

Les planches de SAPIN, d'un travail facile et large, sont d'un grain trop poreux et d'une nature trop attaquable par les vers, pour servir à d'autres usages qu'aux cloisons et aux coffres et meubles de peu de prix; il se déjette facilement, et détruit en peu de temps toutes les proportions de l'ouvrage.

1215. Les layetiers emploient l'AUNE, le BOULEAU et le NOISETIER (*coryllus avellana*) à des boîtes et coffres d'emballage. Les menuisiers ont recours encore au MARRONNIER (*æsculushippocastanum*), dont la réputation ne date pas de fort loin; au FRÊNE (*fraxinus excelsior*), à cause de son grain dur, veiné de noir, et de sa compacité; à l'ÉRABLE (*acer pseudoplatanus et platanoïdes*), etc.

1216. Bois d'ébénisterie, ou bois servant aux placages. — L'acajou et l'ébène sont les deux arbres exotiques qui, sous ce rapport, n'ont été encore détrônés par aucun arbre indigène. Le noyer approche de l'acajou; le faux ébénier (*cytisus laburnum*), le cormier, autrement sorbier (*sorbus domestica*), semblent donner les effets de l'ébène, mais comme des imitateurs qui suivent de loin le modèle. Parmi les bois exotiques les plus recherchés pour le placage, se rangent le palissandre, le bois d'amboine, le bois de citron, le calliatour, le bois d'angica, le courbari, l'amaranthe. Cependant l'art et le talent d'observation de l'artiste peuvent tirer de grands partis de la plupart de nos bois, même communs, en utilisant, pour les placages, les loupes et les collets de nos troncs. Une loupe, en effet, est une espèce de réservoir de végétation, où les organes doués de beaucoup d'énergie ne peuvent la dépenser que dans un espace fort circonscrit, où tout pullule et rien ne se développe, où tout croît mais se presse, se comprime et s'enlace, où enfin, faute de place, il n'existe pas la moindre lacune inoccupée; d'où il advient que les plaques qu'on en tire sont compactes comme de l'ébène, veinées comme du marbre, et susceptibles d'un aussi beau poli. Nos ébénistes ont tiré un grand parti des loupes de peuplier, d'aune, de chêne, surtout du chêne de Russie, d'orme tortillard, des planches du houx, de l'if et du noyer, et surtout de l'érable. Il est certains bois, dont on obtiendrait de magnifiques loupes pour placage, en tourmentant leur développement de diverses manières, et en retranchant toutes les pousses nouvelles après la chute des feuilles, de manière que le bois tous les ans en fût réduit au même tronc.

1217. Bois de tabletterie. — Le tabletier plaque aussi, mais il est plus souvent tourneur, et il ne tourne que des petits objets de luxe ou de fantaisie. Le buis est son acajou; car c'est le bois le plus compacte, qui supporte le travail le plus grêle et le plus délicat, dont le poli est le moins emprunté, et

qui se passe le mieux d'un vernis ordinaire. Pour obtenir de bonnes loupes de buis, on enlève les branches à la partie supérieure du buis, et on la passe dans des douilles en fer espacées entre elles, de la grandeur que l'on veut donner à la loupe; la branche ne se développe chaque année en largeur qu'entre les douilles, et forme ainsi de belles loupes. Le HOUX (*ilex aquifolium*) sert à faire les carreaux blancs des damiers et échiquiers; l'IF à faire les T et les pièces carrées, les manches de canifs et grattoirs. L'YEUSE (*quercus ilex*) donne des loupes qui rivalisent au tour avec le buis; mais elles sont rares, parce qu'elles sont naturelles. L'OLIVIER (*olea virens*) est le bois qui, par sa couleur, la dureté et le poli de son grain, approche le plus du buis.

1218. BOIS DE CHARRONNAGE. — Nous ne connaissons pas sous ce rapport de bois préférable à l'YEUSE ou chêne vert (*quercus ilex*); mais il faut le prendre dans les terrains caillouteux du midi de la France. Rien n'égale le poli et la dureté de ce bois, ni sa résistance au travail de la chaleur et de l'humidité. C'est avec cet arbre qu'on fait les meilleures pièces des fortes charrues, et les beaux manches des plus lourds instruments. L'ORME le remplace dans le nord de la France, mais ne l'égale pas; il se rabote mal, n'acquiert pas de poli, et sert peu à faire les pièces que l'on doit manier; on préfère alors le FRÊNE, avec lequel on fabrique des chaises, des échelles, des brancards, des manches de marteau, etc. Avec le CHARME, le CORMIER et l'ALISIER, on fait les rabots, les varlopes, des vis, des mandrins. Le TILLEUL (*tilia europæa*) et le NOYER sont spécialement employés par les sculpteurs; le MERISIER par les tourneurs de chaises.

1219. BOIS DE CHAUFFAGE. — On consacre au chauffage les bois que leur nature ou leur jeune âge rend impropres à tout autre usage, c'est-à-dire ceux chez qui le tissu est trop lâche et l'aubier plus considérable que le bois. Les bois taillis

n'ont presque pas d'autre destination. Dans certaines contrées, c'est le hêtre qu'on préfère pour le chauffage; dans d'autres, c'est le chêne, ce qui tient à l'influence du sol et de l'exposition sur la nature de ces arbres.

1220. Défectuosités du bois. — Les meilleures essences d'arbres sont sujettes à des accidents qui en altèrent la pureté et la solidité. Chez les uns, c'est une solution de continuité qui a provoqué la formation d'un ulcère (1146), lequel a creusé le tronc en forme de gouttière ou de cavité. Chez les autres, un corps étranger introduit dans la substance de l'aubier a fini par y être enveloppé, à la suite de l'accroissement progressif des couches annuelles. Il en est de même des branches mortes, ou *chicots*, qui, si on n'a pas soin de les retrancher jusqu'au vif, sont bientôt emprisonnées, comme tout autant de corps étrangers, dans la substance du tronc même. Chez d'autres, un ver, en se logeant sur un point de la circonférence, a frappé de mort toute une loge longitudinale (1103) du tronc, depuis la couronne jusqu'au collet de l'arbre. Chez d'autres, un abaissement subit de température a désorganisé les loges de tout un côté, les a desséchées pour ainsi dire sur place, en sorte que cette portion paralysée s'enveloppe, comme un corps inerte et étranger, des couches qui s'organisent, et donne au bois débité le caractère qu'on désigne sous le nom de *gelivure*, *engélivure*, et *bois gélifs*, le pire des bois pour tous les usages. Enfin, par l'exposition à l'air humide, ou le séjour prolongé au-dessus de l'eau, tout bois s'épuise à la longue des sucs gommo-résineux qui, en distendant les interstices et les vaisseaux, prêtaient aux surfaces le poli et la compacité qui font le mérite de certaines essences d'arbres; l'humidité, en effet, sert de dissolvant à l'oxigène de l'air, qui vient produire des acides aux dépens du ligneux ou des résines, et rend ainsi celles-ci solubles dans l'eau, qui lave le bois. Ce bois flotté brûle moins et fournit moins de charbon que l'autre. Il n'en est pas de même, au moins pour

certaines essences, du bois qui reste plongé dans l'eau à une grande profondeur; la nappe d'eau qui le recouvre le préserve de l'influence de l'air; et les sels qui s'infiltrent dans les interstices de son tissu s'y incrustent comme des éléments du tissu même, et ajoutent encore à sa compacité; c'est alors un excellent bois de pilotis.

1211. DIMENSIONS QUE PEUVENT ATTEINDRE EN MOYENNE LES DIVERSES ESSENCES D'ARBRES. — Ces dimensions varient à l'infini, selon le terrain, toutes choses égales d'ailleurs; cependant, en prenant des moyennes sur un grand nombre d'individus venus dans le terrain le plus favorable à leur croissance, Hassenfratz et Rondelet se sont arrêtés aux nombres suivants, pour les troncs d'arbres appartenant aux essences suivantes (*):

	LONGUEUR du TRONC.	DIAMÈTRE du TRONC.
Sapin	8 à 30 mètres.	1,20 mètre.
Mélèze		1,00
Peuplier	6 à 20	0,81
Pin	5 à 20	0.87
Platane	4 à 13	0,92
Chêne, orme		0,80
Bouleau, aune		0,75
Hêtre, alisier		0,72
Tilleul		0,66
Frêne		0,60
Saule		0,30

(*) Dans l'aménagement des bois et forêts, on distingue les *bois taillis*, les *bois de demi-futaie*, et les *bois de haute-futaie*. Les premiers se coupent de 20 à 25 ans pour le chauffage ou ouvrages de petites dimensions; les seconds s'abattent de 40 à 80 ans; enfin la coupe des troisièmes, auxquels se rapportent les nombres de la table, peut être reculée, avec un immense avantage, dans les bons terrains, jusqu'à l'âge de 150 ans.

	HAUTEUR du TRONC.	DIAMÈTRE du TRONC.
Marronnier	4 à 15 mètres.	0,92 mètre.
Châtaignier		0,72
Érable	3 à 15	0,72
Cormier	4 à 12	0,45
Acacia	4 a 8	0,49
Charme	3 à 7	0,54
Merisier		
Pêcher		
Sorbier		0,42
Mûrier		
Poirier sauvage		0,36
Pommier sauvage	2 à 6	0,33
Noyer	2 à 5	0,92

1222. Mais ces nombres ne se rapportent qu'à l'époque à laquelle ces bois sont abattus en France pour servir à la charpente; car l'accroissement du tronc en diamètre est indéfini, si aucun accident ne vient en arrêter la marche. Il nous suffira ici de citer le poirier d'Oxford, dont le tronc avait 18 pieds de circonférence, le tilleul de Neudstadt dont le tronc a 37 pieds *idem*, le châtaignier enfin du mont Etna dont le tronc a 100 pieds de circonférence. D'après Adanson, qui prit ces mesures sur les ormes du Cours-la-Reine abattus en 1758, le diamètre du tronc de l'orme, dans un sol analogue, est de 2 pouces à 7 ans, de 4 pouces à 12 ans, de 6 pouces à 16 ans, de 8 pouces à 18 ans, de 10 pouces à 22 ans, de 12 pouces à 27 ans, de 14 pouces à 32 ans, de 16 pouces à 42 ans, de 18 pouces à 57 ans, de 20 pouces à 72 ans, de 22 pouces à 87 ans, de 24 pouces à 100 ans; mais ces nombres changent dans chaque espèce de terrain.

1223. Poids en kilogrammes du mètre cube de chaque essence de nos bois, ou pesanteur spécifique de ces bois:

Chêne	764 à 994		Érable	633 à 755
Alisier	792 à 967		Orme	597 à 742
Cormier, sorbier	659 à 910		Merisier	597 à 714
Mûrier	626 à 887		Bouleau	688 à 714
Hêtre	640 à 850		Acacia	650 à 702
Frêne	725 à 850		Tilleul	434 à 686
Pin	554 à 815		Noyer	630 à 682
Mélèze	500 à 812		Marronnier	475 à 679
Aune	510 à 800		Saule	320 à 565
Pommier	691 à 793		Peuplier	346 à 557
Charme	737 à 783		Sapin	436 à 550
Châtaignier	588 à 782		Platane	436 à 538
Poirier sauvage	661 à 759			

1224. Résistance du bois. Une pièce de bois peut avoir à supporter une charge qui pèse sur elle, soit perpendiculairement et sur son axe, soit horizontalement sur une de ses extrémités; ou bien qui la tire comme un pendule, soit dans le sens de la longueur, soit dans le sens de la torsion. On a cherché à évaluer par l'expérience directe, sous ces divers rapports, la résistance des espèces de bois le plus généralement employées à la charpente. Mais il est évident que le chiffre variera à l'infini, pour la même essence d'arbres, selon l'âge de l'individu, le sol où il a crû, l'exposition où il s'est desséché, enfin selon les accidents qui ont pu frapper les diverses phases de son accroissement. Il est donc prudent, avant d'en faire usage dans les grandes constructions, de soumettre à une expérience spéciale, le bois qu'on a amené sur le chantier; on ne s'exposera pas ainsi à des mécomptes, dont les conséquences pourraient devenir désastreuses. C'est ici que les expériences en petit ne sont nullement capables de représenter les effets en grand; et il serait en physiologie absurde de conclure proportionnellement, de ce qu'un fragment de quelques pouces a pu supporter tel poids, qu'un fragment du double d'épaisseur ne puisse supporter que le double de poids, et *à fortiori* il serait absurde de faire l'application des chiffres obtenus sur les fragments d'une tige, à la force de la tige entière. Une fois détaché du tronc, le fragment de

bois a perdu la plus grande partie de sa cohésion ; car il n'est plus qu'une fraction de l'unité en qui résidait la force ; il n'est plus que la clef de la voûte détachée du cintre, et désormais sans point d'appui. L'anatomie va mettre cette proposition dans toutes on évidence. Le tronc, avons-nous dit, est un agrégat de cellules disposées autour d'un axe vertical, et contenues dans une plus grande cellule qui les lie et en forme un seul tout. Chacune de ces cellules est feutrée de vaisseaux qui s'anastomosent à l'infini, de la base jusqu'au sommet, et qui servent d'arcs-boutants aux différents systèmes ; un tronc enfin est un arbre, dont tous les rameaux seraient rapprochés, agglutinés entre eux et sans lacune, par une écorce qui leur servirait d'enveloppe ; tranchez, à la base et au sommet, cette enveloppe qui forme le faisceau, et vous détruirez déjà la force de cohésion des grandes cellules, dans le sens de la longueur. Écorcez cette enveloppe, enlevez-en toute la périphérie, et vous aurez détruit la force de cohésion des cellules rayonnantes dans le sens du diamètre. Il faudra dès lors un poids bien moins lourd qu'auparavant, pour les séparer par l'extensiou ou l'écrasement. Que si, ensuite, le fragment que vous essayez est pris dans le sens du diamètre du tronc, il est évident qu'il opposera à la charge une moindre résistance que s'il a été pris dans le sens de la longueur ; car, dans le sens de la longueur, le fragment pourra être une unité du 2e, du 3e, et même du 4e ordre, une des cellules de 2e, de 3e et de 4e formation, qui dès lors sera à son tour, sous ce rapport, un tronc en miniature. Qui ne sait qu'une tranche transversale d'un tronc quelconque oppose mille fois moins de résistance qu'une coupe longitudinale de même calibre ? Un exemple mettra la théorie à la portée de tout le monde. Le tronc le plus gigantesque n'est pas organisé sur un autre type qu'un fruit à plusieurs loges, qu'une orange enfin. Or, oserait-on jamais appliquer proportionnellement à la totalité de l'orange ce que l'expérience aurait appris sur la résistance d'une cuisse isolée du fruit, et à celle-ci ce que l'on aurait

constaté sur la résistance de l'un de ses fragments déchirés? On n'en aurait pas même la pensée. Ainsi donc, ne cherchez pas à transformer en règles générales les nombres fournis par les expériences de ce genre, à moins que vous ne procédiez en tenant compte des circonstances ci-dessus; ce n'est pas à d'autres causes qu'il faut attribuer les divergences que l'on remarque entre les expériences entreprises dans ce but par Rondelet, Tredgold, Barow, Duhamel, Belidor et Buffon; les nombres publiés par ces auteurs ne doivent être consultés que comme renseignements, et comme des évaluations infiniment approximatives. Suivant Rondelet, le chêne supporterait facilement 462 kil. par centimètre carré; suivant Rennie, le chêne d'Angleterre serait écrasé sous une charge de 271 kil. par centimètre carré; suivant Gauthey, le chêne supporte 160 kil. par centimètre carré, sur une surface parallèle aux fibres, et 200 kil. sur une surface perpendiculaire aux fibres. Tredgold admet que la charge que peut supporter le chêne ne dépasse pas 100 kil. par centimètre carré, si la face est parallèle aux fibres. Rapports : 462, 271, 160, 100. Établissez ensuite des applications sur de tels nombres.

1225. Il faut admettre en principe que la force de cohésion du bois augmente, non seulement dans la même progression que la longueur et le diamètre de la pièce, mais surtout d'autant plus que la tige, d'où provient la pièce, a le moins perdu par l'équarrissage; en sorte que les poteaux provenant de tiges simplement écorcées, auraient une force bien supérieure aux poteaux de même longueur et de même diamètre, que la scie aurait détachés d'un tronc; par la même raison que, dans toute espèce de tissu, l'unité a plus de cohésion qu'une fraction du même calibre.

CINQUIÈME GENRE.

TISSU GLUTINEUX (1074).

1226. Lorsqu'on malaxe, sous un petit filet d'eau, un morceau de pâte de farine de froment, la fécule est entraînée par l'eau, et il reste entre les mains une masse blanche ou plutôt plus ou moins grisâtre, très élastique lorsqu'elle est humectée d'eau, et susceptible alors de se tirer en longs filaments qui se retirent sur eux-mêmes en cassant; solide par la dessiccation à l'air sec ou par son séjour dans l'alcool et par son contact avec l'acide sulfurique; insoluble dans l'eau, mais soluble au moins en partie dans l'ammoniaque, l'acide acétique et même l'acide hydrochlorique. Cette substance donne, à la cornue, une grande quantité de produits ammoniacaux.

§ I. ORGANISATION DU TISSU GLUTINEUX (*)

1227. Les caractères physiques du gluten étant constatés en grand, il est évident que la portion du grain de froment qui offrira ces caractères, même au microscope, ne pourra être que la région du gluten lui-même (**).

(*) *Mém. sur l'hordéine et le gluten*, tom. XVI des *Mém. du Muséum d'hist. nat.*, 1827. — *Annales des sciences d'observat.*, tom. III, pag. 396, 1829.

(**) Depuis Beccari, à qui nous devons la découverte du gluten, un seul auteur a eu la pensée de rechercher l'analogie et la région du gluten; mais l'esprit qui présidait alors aux observations microscopiques finissait toujours par convertir en simples velléités les intentions les plus sages; quand on aura lu les résultats contenus dans cet article, on ne se rappellera pas, sans une espèce de surprise, que Parmentier ait cru découvrir au microscope, que *le gluten ressemblait dans beaucoup de points au son, et qu'il n'occupait pas d'autre région que l'écorce de la graine.* Au reste, malgré les taches qui déparent ce travail, il n'est pas moins vrai qu'il renferme quelques bonnes idées. Nous y renvoyons même le lecteur pour la partie historique, qui est très complète jusqu'à l'époque où l'auteur écrivait. (Parmentier, *Récréat. phys. et chimiq. de Model*, tom. II, pag. 485.)

1228. Pour parvenir à la solution de la question que nous cherchons à résoudre, il faut d'abord se faire une idée générale de l'anatomie d'un grain de céréale (pl. 7). Par une coupe longitudinale (fig. 1 et 2), on s'assure que l'embryon (*b*) est appliqué immédiatement au-dessous d'une large empreinte en écusson que l'on remarque à la base de la surface convexe de la graine; que cet embryon est entouré, à l'exception de sa face antérieure, par un périsperme blanc (*d*); que ce périsperme occupe toute la capacité du péricarpe rougeâtre et résineux (*a*).

1229. Or, si l'on pratique des coupes transversales sur toute l'étendue du périsperme (*d*), on peut facilement constater que le gluten existe dans toute cette substance blanche et farineuse. Car en humectant d'une goutte d'eau ces tranches diverses, on parvient, à l'aide de deux pointes d'aiguille, à les malaxer pour ainsi dire; la substance se tiraille, se déchire, en répandant des flots de grains de fécule, s'attache d'un côté au porte-objet, et de l'autre à l'extrémité des deux pointes, sous forme de filaments fibrineux.

1230. Dans l'alcool, chacune de ces tranches reste cassante; dans l'ammoniaque, l'acide hydrochlorique et dans l'acide acétique, au contraire, elle se ramollit et se dissout en partie; car il faut tenir compte, dans cette expérience, de l'amidon qu'emprisonne le gluten. Il est inutile de faire observer que ces expériences doivent être faites entre les lames de verre, dont l'une est creusée par une cavité ou segment de sphère, et dont l'autre glisse sur celle-ci à frottement (486).

1231. Il est encore à propos de rappeler que, dans les expériences en grand, on constate la solubilité du gluten dans les menstrues dont nous venons de parler, par le moyen de la chaleur; il faudra donc, dans les expériences microscopiques, compenser par la durée la chaleur qu'on ne peut pas employer.

1232. On ne rencontre, ni dans le tissu de l'embryon (*b*), ni dans celui du péricarpe (*a*), rien qui ressemble, même gros-

sièrement, au gluten. En conséquence, le gluten, de même que l'amidon, réside dans cette substance qui, à l'œil nu, est blanche et farineuse, et que l'on nomme périsperme (*d*).

1233. La région qu'occupe le gluten dans la graine étant une fois déterminée d'une manière précise par les réactifs et la dissection, il reste à découvrir le rôle que cette substance y joue.

1234. Si l'on place sur le porte-objet du microscope une tranche, soit transversale, soit longitudinale, mais toujours très mince du périsperme du blé (*d*, fig. 2 et 4, pl. 7), on n'aperçoit, dans sa substance, rien qui annonce d'une manière sensible, qu'on a sous les yeux un tissu cellulaire végétal, même après qu'on l'a humecté d'eau. Cependant on remarque que les grains de fécule restent groupés en paquets séparés par des intervalles diaphanes, comme ils le sont dans le sein des cellules du ligneux de la pomme de terre ; seulement ici, nulle ligne double n'indique le point où les parois des deux cellules contiguës s'agglutinent ; et pourtant le gluten insoluble dans l'eau doit se trouver là, avec des caractères visibles. On le trouve en effet, enveloppant et liant entre eux les paquets de grains de fécule, quand on entreprend de le malaxer à l'aide de deux pointes. Si on ne l'aperçoit pas, cela vient uniquement, ainsi que nous l'avons dit dans un autre endroit, cela vient, dis-je, de la grande transparence des parois des tissus organiques, et surtout des tissus glutineux, qui fait qu'on n'en découvre la présence que par les plis et rides, que quelque accident peut déterminer sur leur surface, et surtout par les vaisseaux qui se forment dans l'interstice des cellules. Mais l'analogie indique que la fécule, que nous avons toujours vue se former dans les cellules, que leur rigidité nous a permis d'apprécier, doit se former aussi dans des cellules chez les céréales. Or, la seule substance dans ces graines qui ait des rapports avec un tissu, c'est le gluten. On est donc en droit d'établir d'avance, que le gluten est tout aussi bien organisé que le ligneux.

1235. Or, c'est ce qu'on peut observer directement sur le périsperme de l'orge (fig. 1, *d*, pl. 7). Si l'on pratique sur cette substance une coupe longitudinale, non par trop mince, et qu'on la place à sec sur le porte-objet, on ne manquera pas de rencontrer des occasions favorables pour reconnaître que le périsperme se compose de grandes cellules allongées, à face hexagonale, et affectant $\frac{1}{7}$ de millimètre en longueur sur $\frac{1}{20}$ en largeur (fig. 3). On remarque en même temps que les grains de fécule remplissent la capacité de chacune de ces cellules; et si l'on cherche à malaxer avec deux pointes d'aiguilles, on se convaincra que les parois de ces cellules jouissent exclusivement des propriétés du gluten. Nous avons, du reste, déjà donné un exemple frappant de la manière dont ces cellules se désagrégent et s'isolent, par le retrait de la dessiccation (1035).

1236. En pratiquant, au contraire, des coupes transversales du périsperme, on est loin d'obtenir des résultats aussi satisfaisants, parce que la coupe ne pouvant intéresser qu'une petite fraction de la longueur de la cellule glutineuse, les parois si minces, si peu susceptibles d'être appréciées, d'une cellule végétale, se trouvent alors placées de champ, et n'offrent que leur tranchant à l'œil de l'observateur. D'un autre côté, les gros grains de fécule, encombrant toute la capacité des mailles de ce réseau, achèvent d'en rendre le tissu inapercevable. Par des coupes longitudinales, on voit la couche des cellules de face; et, à la faveur de la transparence des interstices qui les séparent les unes des autres, il est facile d'en reconnaître les contours et d'en mesurer le diamètre. On doit pourtant s'attendre à ce que les contours de ces cellules si élastiques, si faciles à se déformer, et dont les interstices ne sont infiltrés d'aucune parcelle de substance verte, ne seront jamais aussi nettement dessinés que les contours des autres tissus végétaux.

1237. Il est donc démontré que le gluten est le tissu cellulaire (1105) du périsperme des céréales, et que par consé-

quent il doit jouer le même rôle dans tous les organes où on en trouvera des traces.

§ II. DIFFÉRENCES PHYSIQUES DU GLUTEN SELON LES ESPÈCES DE CÉRÉALES.

1238. Si le gluten n'est que le tissu cellulaire des céréales, d'où vient que, parmi les céréales, les unes fournissent du gluten à la malaxation, et les autres n'en offrent pas la moindre trace? Cette objection, qui au premier coup d'œil paraît spécieuse, est susceptible de recevoir l'explication la plus simple : les tissus végétaux varient à l'infini, sous le rapport de leur élasticité; les tissus les plus ligneux ont commencé par être élastiques et glutineux, et ils ont passé insensiblement par tous les intermédiaires de ces deux états extrêmes. Nous expliquerons, dans la dernière classe, la théorie de ce passage de l'état glutineux à l'état solide et ligneux; ce sera lorsque nous aurons à nous occuper du rôle que jouent les sels, dans l'organisation des tissus organiques. Il me suffira aujourd'hui de faire l'application du fait lui-même, à l'anomalie que présentent les analyses des céréales, sous le rapport du gluten.

1239. On sait que le grain de froment fournit en abondance du gluten (10 à 12 sur 100), que l'orge en fournit fort peu (3 sur 100). Cependant il est facile de s'assurer au microscope (1190), que le gluten joue dans le froment le même rôle que le tissu cellulaire de l'orge; la seule différence, c'est que dans le premier, les parois des cellules sont élastiques, et que dans l'autre elles sont cassantes; que dis-je! dans le même grain d'orge on trouve des couches de cellules glutineuses, élastiques et susceptibles par la malaxation de ressouder leurs bords déchirés, tandis que les couches voisines se refusent par leur rigidité à ce genre de rapprochement; les premières occupent de préférence le centre du grain, et les autres sont placées vers la périphérie.

1240. On sait encore, par les expériences de Beccari, que la même espèce de céréales peut offrir ou refuser du gluten à la malaxation, selon la nature du sol et la diversité des expositions de la récolte. On sait, d'un autre côté, combien ces deux espèces d'agents naturels influent sur la nature et sur les modifications des tissus; il ne devra donc plus paraître étonnant que le gluten, qui reste le même à l'observation microscopique, paraisse et disparaisse tour à tour dans l'analyse en grand. C'est ainsi que l'avoine (*avena sativa*) possède du gluten dans un pays, et semble en être privée dans un autre (1014).

1241. Mais une circonstance frappante, qui vient encore à l'appui de ce que nous avons à établir dans ce paragraphe, c'est que, toutes les fois que le gluten d'une céréale ne se présente pas dans la malaxation sous forme de gluten, on est sûr de le retrouver, dans le cours de la manipulation, sous forme d'albumine végétale. Davy trouve 6 pour 100 de gluten dans la farine d'avoine, tandis que Vogel, au lieu de gluten, y rencontre 4,30 pour 100 d'albumine.

1242. Pour jeter un plus grand jour encore sur ce double phénomène, il est bon de chercher à reconnaître, à l'aide de quel mécanisme le gluten manifeste sa présence dans l'acte de la manipulation. Quand on fait rouler dans l'eau, au foyer du microscope, les divers éléments de la farine de froment que la mouture a confondus, on voit les parcelles blanches, minces et extrêmement diaphanes des cellules glutineuses se rencontrer par les faces de leurs parois, sans s'associer. Mais dès qu'un mouvement un peu brusque les rapproche par leurs bords déchirés, dès ce moment ces parcelles isolées se soudent, et on les voit rouler de compagnie dans le liquide. Le même effet se reproduit en grand : soient deux masses de gluten obtenues isolément par la malaxation; si l'on cherche à les réunir par le simple contact, elles ne contractent aucune adhérence; mais si l'on pratique une entaille dans l'épaisseur de chacune d'elles, et qu'on mette ensuite en contact ces deux

solutions de continuité, le moindre effort suffira pour opérer l'association des deux masses.

1243. Le but de la malaxation est donc de presser les unes contre les autres les parcelles glutineuses de la farine, par leurs bords déchirés. Aussi la quantité de gluten variera-t-elle, selon qu'on malaxera de telle ou telle manière. Ainsi Beccari, qui se contentait de déposer la farine sur un tamis, et de la tenir, sans autre mouvement, sous un filet d'eau, obtenait moins de gluten que Kessel-Meyer, qui avait soin de former d'abord une pâte avec la farine, et de la pétrir continuellement sous le filet d'eau, jusqu'à ce que l'eau ne passât plus laiteuse. Dans le premier procédé, le poids de l'eau qui tombe rapproche quelques parcelles, mais en éloigne, en isole ou en désagrége un plus grand nombre, qui passent en conséquence à travers le tamis. Dans le second procédé, au contraire, la main comprime, roule en tous sens, rapproche par tous les points de contact les parcelles éparses, et ne permet à l'eau d'emporter PRESQUE que les grains arrondis et glissants d'amidon. J'ai même constaté qu'en employant ce deuxième procédé on obtenait plus ou moins de gluten, selon que l'on pressait la pâte de telle ou telle manière. Ainsi, quand on se contente de presser perpendiculairement la pâte, on en perd une bien plus grande quantité, que lorsqu'on la roule sur elle-même avec effort.

1244. Mais à sec ces parcelles de farine sont incapables de se ressouder; c'est en s'imbibant d'eau qu'elles reprennent leur élasticité (*). Or, de même que les tissus des jeunes plantes sont plus propres à s'imbiber d'eau que les tissus des plantes âgées, de même il arrive que le tissu glutineux d'une céréale est plus disposé à s'associer les molécules d'eau et à revêtir des formes élastiques, que le tissu glutineux d'une au-

(*) Les phénomènes que présente le gluten, dans l'acte de la malaxation, ne diffèrent donc pas des phénomènes que présente la gomme élastique (caoutchouc), dont on ne peut agglutiner les lambeaux, que par leurs bords rafraîchis à l'aide d'une lame tranchante.

tre espèce de la même famille. Nous dirons alors, dans les expériences en grand, que l'une renferme du gluten et que l'autre n'en offre pas de trace.

1245. Cependant, d'un autre côté, de même que le tégument de la fécule, qui ne se combine avec aucune molécule d'eau à froid (916), est susceptible de s'en assimiler une grande quantité à chaud et de s'étendre dans le liquide; de même il arrive que tel tissu cellulaire d'une céréale (*gluten*), qui refuse à froid de s'imbiber d'assez d'eau pour devenir élastique et glutineux, s'en imbibe au contraire considérablement à chaud, et recouvre par l'élévation de température la propriété de souder ses parcelles par les bords déchirés, propriété que tel autre gluten possède à froid. Alors les mouvements de l'ébullition favorisant cette association nouvelle, le tissu cellulaire, qui avait refusé de paraître sous la forme de gluten, apparaîtra au chimiste sous celle d'*albumine végétale*, qui monte à la surface du liquide.

1246. Le gluten n'est pas tellement affecté à la graine des céréales, qu'on n'en trouve quelques traces dans beaucoup d'autres plantes : les pétales, les bulbes, les tissus jeunes et verdâtres, et, ainsi que nous le verrons plus tard, le pollen lui-même, en renferment des quantités suffisamment appréciables, quoique avec des variations accidentelles d'élasticité et de consistance.

§ III. ROLE DE L'AZOTE DANS LA COMPOSITION ÉLÉMENTAIRE DU GLUTEN (*).

1247. Une nouvelle objection se présente contre ce que nous venons d'établir dans le précédent paragraphe. Si le gluten n'est qu'un tissu cellulaire, susceptible, dans certains végétaux, de devenir ligneux, comment se fait-il que ce

(*) *Mém. sur les tissus organiques*, § 31, tom. III des *Mém. de la Soc. d'Hist. nat.* de Paris, 1827.

gluten soit si fortement azoté, tandis que le ligneux l'est si peu ; que le gluten enfin soit, par toutes ses propriétés, une *substance animale*, pour me servir d'une expression familière à l'ancienne chimie organique ? Et comment un tissu animal élabore-t-il dans son sein des globules privés d'azote, comme le sont les globules d'amidon ?

Cette difficulté ne tire sa force que de l'idée que nous nous sommes formée du rôle que joue l'azote, dans la combinaison des tissus azotés. Parce que l'analyse élémentaire nous a fait constater la présence de l'azote dans le tissu d'une substance organique, nous en avons conclu que l'azote formait un des éléments de sa composition. Il n'est venu dans l'esprit à personne de se demander, si cet azote ne pouvait pas être considéré, comme étranger au tissu lui-même et comme y existant, soit libre mais condensé, soit combiné avec une substance également étrangère à la composition de la principale. Ces deux suppositions méritaient pourtant d'être l'objet de recherches spéciales ; c'est ce que nous avons entrepris, et voici les résultats auxquels nous sommes parvenu.

1248. Nous avons déjà vu (925) que l'empois, abandonné à l'influence de l'air atmosphérique, se change en substance azotée (*) ; ne serait-il pas possible que l'azote du gluten n'eût pas d'autre origine que l'absorption de l'air atmosphérique ? On sait que les corps poreux sont capables de condenser en quantités considérables les gaz qu'ils absorbent, et par conséquent de les combiner ; Longchamp (**) a rendu plus que probable la formation de l'acide nitrique aux dé-

(*) Lorsque j'annonçai pour la première fois ce résultat, on le regarda comme de la plus haute importance ; mais, selon l'habitude, on le révoqua en doute. Dans la suite, les auteurs les plus intéressés à le nier se convainquirent de son exactitude, et l'on n'en parla plus ; mais on en profita, et il est tout un ordre de substances azotées, dont cette seule indication a renversé la théorie de fond en comble.

(**) Voyez *Ann. des sc. d'obs.*, tom. I, pag. 56 et 194.

pens de l'oxigène et de l'azote de l'air atmosphérique, absorbé et condensé par les pores de la craie; un coup de tonnerre suffit pour en former dans les gouttes de pluie. Vaudin, pharmacien à Laon, a observé depuis que dans l'extrait des feuilles d'oranger ou de quinquina, exposé à l'air, il se formait, en certaines circonstances, de l'acide nitrique et du gaz nitreux. Dobereiner, à son tour, a constaté un dégagement de gaz nitreux dans un mélange de sucre et de fleur de sureau qui avait été légèrement chauffé. Or, le gluten absorbe de l'air, non seulement dans l'état de vie et pendant le développement de l'ovaire, mais encore pendant l'acte de la malaxation : ce dernier point est d'une vérité incontestable. Eh bien ! si l'on recueille les gaz que le gluten laisse dégager, les premiers jours de son contact avec l'eau, on trouve, ainsi que l'avait déjà constaté Proust, que ces gaz ne sont que de l'acide carbonique et de l'hydrogène. Qu'est devenu l'azote atmosphérique?

1249. Pour évaluer le genre d'influence que l'air atmosphérique, emprisonné par la malaxation, exerce sur la décomposition du gluten, j'entrepris les expériences suivantes :

Je plaçai de la farine de froment dans un sachet à doubles parois, formé d'une toile à tissu serré; je tins ce sachet plongé dans l'eau d'un grand bocal, muni à sa base d'une tubulure. Le lendemain, j'ouvris la tubulure de la base, en ayant soin de remplacer l'eau qui en sortait, par une quantité égale d'eau qui coulait en même temps dans le bocal par l'ouverture supérieure, de manière que le sachet rempli de farine n'était jamais en contact avec l'air. Afin d'accélérer le rapprochement des molécules du gluten, j'avais soin de faire frapper le sachet contre les parois du vase; la fécule sortait à travers les mailles du sachet, de même que les substances solubles dans l'eau. Je répétai cette opération pendant plusieurs jours, et chaque jour à diverses reprises. J'ouvris enfin le sachet; je séparai en deux portions le gluten; je déposai l'une dans un bocal plein d'eau, de 8 centimètres de hauteur

et de 3 d'ouverture (n° 1), je malaxai l'autre avec les mains et au contact de l'air; je la déposai ensuite dans un godet plein d'eau et haut de 3 centimètres (n° 2). D'un autre côté, je pétris de la farine pendant un quart d'heure sans chercher à en extraire le gluten, et je la déposai dans un bocal rempli d'eau, ayant les mêmes dimensions que le premier (n° 3). Enfin, je jetai, dans un bocal semblable, une égale quantité de farine, qui, en se déposant au fond du vase, y formait une couche de 2 centimètres de haut (n° 4).

Quinze jours après, le n° 1 répandait seulement une odeur acétique et rougissait le tournesol; le n° 2 répandait une odeur fétide et ramenait au bleu le papier rougi par les acides; le n° 3 un peu fétide donnait des signes ambigus d'acidité et d'alcalinité; le n° 4, fade, acidulé, rougissait le tournesol. Vingt jours plus tard, le n° 1 répandait la même odeur acétique et rougissait le tournesol; le n° 2, très fétide, bleuissait fortement le tournesol rougi par un acide; le n° 3, devenu acétique et un peu alcoolique, rougissait faiblement le tournesol; le n° 4 de même, quoique avec une odeur vaguement fétide.

Ainsi le même gluten se comportait de deux manières différentes, selon qu'il avait été malaxé avec ou sans le contact de l'air. La farine se comportait de deux manières différentes, selon qu'elle avait été soumise à l'une ou à l'autre de ces épreuves. Dans un cas elle fournissait des produits ammoniacaux, et dans l'autre des produits acides.

1250. On aurait pu croire que les deux glutens n°s 1 et 2, n'avaient tant différé l'un de l'autre, que parce que le second avait été pétri avec les mains, circonstance dont les chimistes n'ont jamais tenu aucun compte, mais qu'il m'importait d'évaluer. Je malaxai donc deux quantités égales de farine, l'une à l'aide d'une cuillère de fer et sur un tamis en crin, et l'autre avec le secours des mains; je déposai une égale quantité de chacun de ces glutens (1 gros) dans une égale quantité d'eau. Les deux glutens marchèrent toujours de front sous le rapport de l'alcalinité; seulement le gluten malaxé avec le se-

cours des mains répandait une odeur fétide et spermatique, tandis que l'autre n'avait contracté, même quinze jours après, qu'une odeur de lait aigri. Ainsi les mains, en cédant au gluten malaxé les produits de la transsudation et les débris épidermiques, accroissent l'intensité, mais ne changent nullement la nature de la décomposition de cette substance; ce n'était donc pas à cette circonstance qu'on eût été en droit d'attribuer la différence des produits n° 1 et n° 2 de la première expérience.

1251. Enfin le gluten existe, avec tous ses caractères, dans la farine avant la malaxation. D'où vient cependant que la farine, simplement déposée dans l'eau, ne donne presque jamais aucun signe d'une fermentation alcaline? On pourrait répondre que, dans la farine, il existe des substances hétérogènes, l'huile, le sucre, la gomme, la résine, etc., dont le mélange est susceptible de masquer ou de paralyser la fermentation glutineuse. Pour répondre à cette objection, j'ai placé, le 30 mars 1826, de la farine dans un bocal de 8 centimètres de haut et de 3 d'ouverture, rempli d'eau distillée jusqu'au goulot. La farine formait, au fond du vase, une couche de 2 centimètres et demi. Lorsque toute la farine me parut déposée, je décantai, et je remplaçai le liquide par une égale quantité d'eau distillée, dans laquelle j'eus soin d'agiter et de délayer, avec un tube de verre, toute la couche de farine. La même opération fut répétée, et souvent deux fois par jour, les 2, 4, 8, 9, 11 et 18 avril, en sorte que ces divers lavages ont pu s'élever au nombre de 12. La couche de farine avait diminué d'un centimètre. Cette grande diminution s'explique naturellement; car l'eau que j'enlevais tenait souvent en suspension des téguments et des couches de cellules de différente nature, ainsi que j'avais eu soin de m'en assurer au microscope. Or, ce ne fut que le 21 avril qu'une odeur fade de lait aigri commença à se manifester, et ce ne fut que le 4 mai, que le papier de tournesol indiqua des traces d'une acidité qui devint de jour en jour plus prononcée; l'o-

deur de la substance a fini par se montrer, avec tous les caractères de l'odeur caséique qu'exhale la fécule bouillie et placée dans les conditions que j'ai décrites ci-dessus (924); mais jamais les papiers réactifs n'y ont révélé le plus léger indice d'alcalinité. L'acidité de cette farine ne pouvait donc plus être attribuée à la présence des substances étrangères au gluten; il est, en effet, nécessaire d'admettre qu'à la faveur de tant de lavages répétés, j'étais parvenu à enlever toutes ces substances hétérogènes, et qu'il ne restait en conséquence, dans le fond de cette eau, que des grains inaltérables (916) d'amidon et des parcelles de gluten.

1252. Les bulles de gaz produites par la fermentation s'élevaient et se succédaient avec rapidité, depuis le 21 avril, de la couche farineuse seulement; ces bulles étaient donc fournies par la décomposition du gluten.

1253. Supposerait-on que la nature acide de ces produits puisse encore être attribuée à la présence de ces quantités inappréciables de substances solubles, dont les lavages les plus nombreux ne parviennent jamais à dépouiller tout-à-fait les substances insolubles de la farine? Mais alors le gluten obtenu par la malaxation devrait fournir des produits bien plus acides que la farine lavée; car il est évident que, pendant le cours de la malaxation, le gluten emprisonne, dans ses mailles factices, un très grand nombre de parcelles, avec lesquelles il était mélangé avant la manipulation : l'huile, le sucre, le son, la fécule surtout, ainsi qu'on le constate au microscope, y existent en grande proportion; et pourtant la présence de toutes ces substances n'empêche pas le gluten malaxé de donner, en peu de temps, des signes évidents d'acidité et de putréfaction. Donc l'intensité de ces deux circonstances doit être attribuée à la présence de l'air atmosphérique, dans les mailles naturelles ou factices du gluten malaxé.

1254. Ce n'est pas que, dans la fermentation acide de la farine, il ne se produise pas de l'ammoniaque; car nous avons vu

que l'acide caséique ne tarde pas à se déceler à l'odorat (1251); et l'acide caséique ne doit être considéré que comme un acétate d'ammoniaque mélangé à des substances organisées ou organisatrices. Mais puisque, après la malaxation, il se produit assez d'ammoniaque, pour masquer la présence des acides, il est naturel de conclure que cette différence tient à une élaboration de l'air atmosphérique. Dans le gluten malaxé, le sel ammoniacal tendrait de plus en plus à se montrer avec excès de base; dans la farine non malaxée, au contraire, il resterait avec excès d'acide. Lorsque nous nous occuperons de la fermentation alcoolique, nous nous étendrons sur la théorie de ces phénomènes; il nous suffira ici de constater le fait de la formation de produits ammoniacaux de toutes pièces, dans le gluten exposé aux influences des éléments de l'air. L'expérience suivante viendra à l'appui de la supposition exprimée dans l'alinéa précédent.

1255. Le 17 juillet 1826, j'introduisis 1 gros de gluten malaxé dans un flacon plein d'eau distillée et bouché à l'émeri. Dès le lendemain, le gluten s'était soulevé, des bulles de gaz s'échappaient de sa substance intérieure, et finirent par former, en se réunissant, une grosse bulle sous le goulot; je débouchai le flacon, j'achevai de le remplir d'eau distillée, et je le bouchai de nouveau. Le gluten se souleva encore, laissa dégager force bulles de gaz jusqu'au 28 juillet, époque à laquelle toute la masse commença à se tasser au fond du vase, et à y former un gâteau compacte qui n'adhérait aucunement au verre, et qui, lorsque je renversais le flacon, retombait en entier sur le goulot. Aucune bulle d'air ne se dégagea plus dès cette époque; mais peu à peu le gluten commença à noircir. Le 26 octobre, le gluten n'avait pas changé de forme; j'ouvris le flacon, il s'échappa de tous les points du liquide une foule de petites bulles de gaz vers le goulot; l'odeur qu'exhalait le flacon était si fétide, qu'elle me causa un violent mal de tête; je rebouchai le flacon. Le 26 novembre, je rouvris le flacon, qui, depuis le 26 octobre, n'avait pas

donné les moindres signes de fermentation, quoiqu'il eût été un instant en contact avec l'air atmosphérique. L'odeur qui en sortit fut si fétide et si insupportable, que je ne me sentis pas le courage de recueillir les gaz qui s'en échappèrent, pendant plus de deux heures, après l'ouverture du bouchon. Pour me délivrer de cette odeur, je rejetai l'eau du flacon, et je versai sur le gâteau du gluten, de l'acide hydrochlorique étendu. Aussitôt le gluten reprit sa blancheur primitive, et, au lieu de l'odeur insupportable dont je viens de parler, il exhala *une odeur agréable d'acide caséique* (1255); je jetai le gâteau sur un filtre, je le lavai à grande eau, et j'obtins une masse blanche, pulvérulente, insoluble dans l'eau, sans odeur prononcée, et dont les molécules affectaient au microscope l'aspect et les dimensions des parcelles de gluten, qu'on remarque dans la farine.

Or, quel rôle a joué l'acide hydrochlorique dans cette circonstance? N'est-ce pas évidemment d'avoir saturé l'excès de base du sel ammoniacal, qui dès lors s'est fait sentir avec son excès d'acide?

1256. Quoique les principaux produits ammoniacaux de la décomposition du gluten puissent être attribués, sans blesser les règles de l'analogie, et même en se basant sur une masse d'expériences, aux combinaisons du tissu et des éléments de l'air atmosphérique qui se trouve emprisonné dans ses mailles par l'effet, soit de la végétation, soit de la malaxation, on est encore en droit d'en indiquer l'origine dans la présence des sels ammoniacaux, qui, pendant les phases de la végétation, se seraient combinés avec les tissus, ou resteraient mélangés aux liquides renfermés dans les cellules. Nous renvoyons, pour la démonstration de ce dernier point de vue, au § 837 du présent ouvrage, où la question est traitée dans toute sa généralité.

1257. En conséquence, il n'existe plus d'anomalie relativement à l'opinion que nous nous sommes formée du *gluten*, comme remplissant, chez les céréales, le même rôle que le

tissu cellulaire chez les autres plantes farineuses, telles que la pomme de terre (1058), etc.

§ IV. Caractères physiques et propriétés chimiques du gluten, tel qu'on l'obtient par la malaxation de la farine de froment.

1258. Le gluten s'offre sous la forme d'une masse molle, élastique, plus ou moins grisâtre, et d'une odeur plus ou moins spermatique, selon qu'il a été malaxé par des mains qui transpirent plus ou moins, et par des individus d'une constitution plus ou moins saine. Abandonné au contact de l'air, après avoir été mêlé au sucre, il fournit de l'alcool, sur lequel il réagit ensuite pour déterminer la formation d'acide acétique; desséché, il contracte une couleur jaune, luisante, et reste inaltérable au contact de l'air; il se putréfie à l'état humide.

1259. En général, à l'état frais, il donne des signes d'acidité, à cause de la présence de l'acide acétique et de l'acide phosphorique.

1260. Comme substance organisée, il est impossible que le gluten soit une substance pure et sans mélange d'autres corps organiques ou organisés. Comment concevoir, en effet, qu'une substance aussi collante puisse s'extraire de la farine, sans envelopper, dans ses mailles factices, les divers éléments organiques ou organisés que l'opération de la *mouture* a confondus dans la farine? Aussi est-il facile de constater au microscope que le gluten le plus pur, et obtenu sans le contact des mains, renferme encore une immense quantité d'amidon, et de débris du péricarpe résineux; par la même raison, il doit renfermer du sucre et de l'huile.

1261. L'eau bouillante rend cette masse moins élastique et lui fait perdre ses caractères glutineux; elle la coagule enfin.

1262. L'alcool produit le même effet, mais en lui enlevant

certaines substances étrangères et une légère partie de sa substance, par un mécanisme dont nous nous occuperons plus bas. L'éther la coagule sans lui enlever rien d'appréciable.

1263. L'acide sulfurique coagule en blanc le gluten dans le premier contact, et finirait ensuite par le désorganiser, ainsi que toutes les autres substances organiques (1160). Il lui enlève de plus une quantité de sucre et de résine, variable selon la structure artificielle de la masse glutineuse.

1264. L'acide acétique, l'acide hydrochlorique et l'acide phosphorique dissolvent d'autant plus de gluten que leurs proportions sont plus grandes, et qu'ils sont plus concentrés. Aussi remarque-t-on que l'acide phosphorique dissout plus de gluten sec que de gluten humide. L'ébullition ajoute encore à l'intensité et à la rapidité de leur action; mais il reste toujours, quoi qu'on fasse, une portion qui ne se dissout pas et qui ne fait que s'épaissir en mucilage. Les autres acides minéraux se refusent à dissoudre le gluten. Mais les acides hydrochlorique et sulfurique offrent de plus des phénomènes remarquables de coloration; et les phénomènes de coloration sont infiniment précieux dans les observations microscopiques : l'acide hydrochlorique coagule d'abord en blanc le gluten, et si on a soin d'en ajouter assez pour le dissoudre entièrement, on voit le liquide se colorer successivement en purpurin, en violet et en bleu. L'acide sulfurique, au contraire, lui communique une couleur pourpre, qui est due à la présence simultanée du sucre et de l'huile, ainsi que nous le développerons plus bas.

1265. L'ammoniaque concentrée dissout le gluten, mais beaucoup mieux quand celui-ci a été préalablement dissous dans un acide; il se forme d'abord un précipité qui disparaît presque instantanément.

1266. La potasse caustique gonfle d'abord le gluten, le ramollit, puis elle le dissout en un liquide transparent, incolore.

1267. Les acides et l'ammoniaque ont chacun de leur côté

la propriété de rendre le gluten soluble dans l'alcool et dans l'eau. Cette remarque est importante.

1268. Mais une remarque qui ne l'est pas moins, c'est que si l'on ajoute à la solution, soit acide, soit alcaline du gluten, une certaine quantité d'eau, peu à peu, la portion du gluten, que ne peut plus dissoudre le véhicule ainsi étendu, s'en détache sous forme de globules sphériques, uniformes, affectant les mêmes dimensions, et qui, en restant suspendus dans le liquide, lui communiquent un aspect laiteux. La portion du gluten qui a été précipitée plus violemment, par le premier contact du véhicule et de l'eau, se précipite sous forme de flocons blancs. Aussi ce phénomène s'offre-t-il avec d'autant plus de régularité, et les globules sont-ils d'autant plus réguliers et uniformes, que le mélange du véhicule et de l'eau se fait plus lentement, par exemple, lorsqu'on laisse le véhicule exposé au contact de l'air, pour qu'il s'y évapore ou qu'il s'y sature d'humidité (*).

1269. On conçoit maintenant que toute substance capable, soit de neutraliser l'acide ou la base, soit de les étendre, occasionnera le même précipité, avec toutes les variations provenant des modifications des circonstances opératoires. Ainsi l'ammoniaque, qui seule dissout le gluten, le précipitera de sa dissolution dans un acide, et les acides sulfurique, nitrique, hydrochlorique même, et la noix de galle précipitent le gluten de sa dissolution dans l'acide acétique ou dans les alcalis.

1270. Mais ce qu'il ne faut jamais perdre de vue, lorsqu'il s'agit de raisonner sur la formation des précipités, c'est que chacun de ces *coagulum* informes sera un mélange de gluten et des substances basiques ou acides qui les auront violemment déterminés, et qu'ils se précipiteront avec d'autant

(1) Il est inutile, je pense, de rappeler que la dissolution du gluten dans les menstrues se faisant avec lenteur, il est nécessaire d'y procéder au moyen de vaisseaux fermés, et par conséquent au microscope, au moyen des lames de verre dont j'ai déjà parlé (486).

plus de rapidité que la base sera plus pesante et moins soluble. Chacun de ces *coagulum* sera, pour ainsi dire, un tissu combiné avec une nouvelle base; et il faudrait bien se garder d'y voir rien d'analogue à une combinaison normale et atomistique (799).

1271. Conséquence immédiate des faits précédents. — La conséquence la plus naturelle, et qui aurait dû se présenter la première à l'esprit des chimistes, c'est que le gluten, par la présence d'un acide ou de l'ammoniaque, sera susceptible de s'offrir sous deux formes différentes : sous celle d'une substance soluble dans l'eau et dans l'alcool, et sous celle d'une masse insoluble dans l'un et dans l'autre menstrue; et les proportions respectives de ces deux portions de la même substance varieront à l'infini, suivant les doses d'acide employées et selon la quantité d'eau avec laquelle le gluten malaxé se sera associé (1244). D'un autre côté, les acides à l'état libre, abondant dans le suc des végétaux, surtout l'acide acétique, si l'on soumet le suc à l'ébullition, l'évaporation des acides volatils qui tiennent le gluten en dissolution, ou leur saturation par les bases que les mouvements du liquide mettent en contact avec eux, feront que le gluten abandonné reprendra son insolubilité dans l'eau, que ses diverses molécules se rencontrant alors s'associeront, monteront à la surface, par leur légèreté spécifique, et apparaîtront ainsi sous forme d'une écume coagulée que l'on nommera *albumine végétale;* et cette explication complète celle que nous avons donnée plus haut (1238) sur l'anomalie que semblent présenter à cet égard les diverses farines des céréales.

C'est pour ne s'être pas arrêtés à cette simple considération, que les chimistes, dans ces dernières années, ont enrichi la nomenclature, des substances nouvelles dont nous allons nous occuper.

§ V. ZIMÔME (Taddeï) OU GLUTEN (Einhoff et Berzélius) ; — GLIADINE (Taddéi) OU ALBUMINE VÉGÉTALE (Einhoff et Berzélius) OU GLUTINE (Rouelle et Soubeiran) OU MUCINE (Th. Saussure) OU DIASTASE (Payen et Persoz).

1272. Taddeï, Einhof, Berzélius, ayant traité le gluten de froment (1074) par l'alcool, trouvèrent que le gluten cédait à ce menstrue une substance, qu'ils considérèrent, au moins le premier de ces auteurs, comme le principe du levain. On traite le gluten par l'alcool bouillant, jusqu'à ce que ce liquide filtré tout chaud ne se trouble plus pendant le refroidissement. L'alcool dissout le gluten ou la zimôme, ainsi qu'une substance IMPARFAITEMENT CONNUE, et laisse l'albumine végétale ou la gliadine. Le gluten, dissous dans l'alcool, DONNE DES SIGNES ÉVIDENTS D'ACIDITÉ. Au reste, tous les autres caractères que les auteurs assignent à cette substance soluble dans l'alcool, conviennent à la substance qui ne s'y est pas dissoute, une fois qu'on a traité celle-ci par un acide; et alors ce qu'ils appellent *albumine végétale* ou *gliadine*, est tout aussi soluble dans l'alcool, que ce qu'ils nomment spécialement *gluten* ou *zimôme*.

1273. Donc celui-ci n'est que la portion de l'autre, dont l'acide existant dans la masse s'est emparé; ce qui me dispense d'entrer dans les détails compliqués du travail de ces trois auteurs. Cette seule conséquence suffit pour les réduire tous à leur juste valeur.

1274. Je ne m'arrêterai que sur la SUBSTANCE IMPARFAITEMENT CONNUE, que l'alcool est supposé dissoudre avec le gluten, et qui se précipite de la solution, par le refroidissement. C'est encore ici une preuve du dédale inextricable dans lequel se jette la chimie en grand; on y avance les yeux couverts d'un bandeau, et l'on serait porté à prendre, pour vingt substances différentes, la même substance rencontrée dans vingt circonstances différentes. Nous avons dit (1260) que le gluten,

loin d'être une substance pure de tout mélange, renferme au contraire, dans les mailles innombrables de son tissu artificiel, l'huile, le sucre et l'amidon du périsperme, les fragments de l'embryon tout jeune et gommeux, ceux du péricarpe résineux, etc.; le tout agglutiné, au moyen de l'eau qui s'est combinée avec le gluten par la malaxation (1080), et de celle que le gluten a emprisonnée et retient à l'état libre.

Si vous soumettez maintenant à l'action de la chaleur, un mélange aussi compliqué, n'est-il pas évident que l'amidon éclatera (901) au moyen de l'eau libre du gluten, et que, lorsque l'alcool aura enlevé tout le gluten soluble qui enveloppe ces grains éclatés, ceux-ci monteront en suspension dans l'alcool qui les coagulera? N'est-il pas évident que la même chose arrivera à la gomme et au gluten abandonné par suite de l'évaporation de l'acide volatil? Ensuite l'huile et la résine, se mêlant à l'alcool ou s'emprisonnant au milieu des *coagulum* de la gomme et de l'amidon, ne seront-elles pas capables de modifier les caractères de l'une et de l'autre substance? Et lorsque le refroidissement aura ramené le repos dans le liquide alcoolique, n'est-il pas évident que tous ces divers *coagulum* retomberont de tout leur poids comme un précipité? Eh bien! le germe de toutes ces explications se trouvait entre les mains des chimistes, et leur méthode l'a frappé de stérilité!

1275. Rouelle avait déjà imposé le nom de GLUTINE à ce que depuis Taddeï nomma GLIADINE. Ce fut Fourcroy qui donna à cette substance le nom d'ALBUMINE VÉGÉTALE. Mais Proust la déclara plus analogue au gluten qu'au blanc de l'œuf, dont on ne connaissait pas mieux alors la structure que celle du gluten. Proust se fondait sur ce que l'albumine végétale est coagulable à une basse température et par la simple concentration du liquide. On ignorait alors que le blanc d'œuf, filtré à froid, après avoir été délayé et battu dans l'eau, laisse cependant sur le filtre une substance coagulée comme la fibrine.

1276. Nous nous sommes déjà occupé assez longuement de la DIASTASE (969) ; il est inutile de faire remarquer que cette substance est synonyme du gluten rendu soluble par l'acide acétique (1272), et partant synonyme des GLIADINE, GLUTINE et ALBUMINE VÉGÉTALE. Mais cette création académique a failli être détrônée presque en naissant par la MUCINE, nom qui en vaut bien un autre, et dont la terminaison est du moins plus classique que la premiere. Th. de Saussure avait lu une note (*) sur la MUCINE, le 21 mars 1833, à la Société d'histoire naturelle de Genève ; et pour assurer mieux encore ses droits à la priorité, il avait, le 3 mai, communiqué ses expériences à Dumas, membre de l'Académie des sciences, société centrale qui a le monopole de constater, en dernier ressort, les droits des savants de province et de l'Europe à la priorité des inventions. Dumas n'eut garde d'en parler à l'auguste assemblée ; et son silence, sur les idées d'un savant de province, fut suffisamment expliqué par l'empressement avec lequel il fit un rapport si profond et si flatteur, sur la DIASTASE de l'industriel Payen et Persoz, le 17 juin 1833. La DIASTASE académique a prévalu, et la MUCINE génevoise lui a cédé humblement la place, comme à une créature en faveur. Vous n'aurez donc pas d'un sirop de MUCINE, mais un sirop de DEXTRINE ; et c'est fâcheux pour la logique ; car le SIROP DE MUCINE, synonyme de DIASTASE, aurait moins blessé la vérité que le SIROP DE DEXTRINE, qui n'en renferme presque plus, et qui conserve ce nom au même titre que le sirop de gomme des pharmaciens de Paris, lequel n'est le plus souvent qu'un sirop de cassonnade.

1277. Th. de Saussure donne le nom de MUCINE à une substance qui forme environ le 25e du gluten. Il l'obtient en traitant à plusieurs reprises le gluten non desséché, par l'ébullition dans l'alcool, filtrant les liqueurs bouillantes, les mêlant ensuite avec leur volume d'eau, réduisant par l'évaporation au bain-marie le mélange à un seizième de son volume,

(*) *Journal de pharmacie*, tom. XIX, pag. 587, 1833.

l'éclaircissant par le repos et par des additions ultérieures d'eau pendant l'évaporation, jusqu'à ce que la dissolution froide soit devenue transparente et ait pu être séparée de la matière insoluble. L'évaporation à siccité donne la MUCINE. Elle jouit, d'après l'auteur, des propriétés suivantes. Lorsqu'on la traite par l'eau, celle-ci ne la dissout pas en entier, mais seulement un vingt-cinquième; la partie insoluble a les caractères extérieurs de la glutine. La solution transparente se trouble par le refroidissement. La noix de galles trouble une dissolution de $\frac{1}{50}$ de mucine; la solution est également troublée par l'alcool, les carbonates alcalins, et par l'oxalate d'ammoniaque, mais nullement par l'eau de chaux, de baryte, par l'acétate ou le sous-acétate de plomb, par le chlorure mercurique, et par le cyanure ferroso-potassique. La portion de mucine qui est insoluble dans l'eau se dissout dans l'acide acétique, en laissant un résidu qui y reste presque insoluble, et qui retient, malgré les lavages répétés à l'alcool et à l'eau, une quantité d'acide suffisante pour communiquer à l'eau la faculté de rougir le tournesol. La mucine est insoluble dans l'éther; à sec, elle est inaltérable à l'air.

Enfin la mucine, par tous ses caractères, était digne d'un rapport favorable à l'Académie des sciences, si elle avait poussé plus vite son affaire dans les bureaux. Aujourd'hui la place est prise, elle doit se retirer, et il nous serait impossible de l'enregistrer dans ce livre, sans nous compromettre vis-à-vis de l'autorité..... académique, ce dont nous sommes incapable, comme chacun sait.

1278. Nous ferons seulement remarquer que, si l'alcool bouillant ne dissout que $\frac{4}{100}$ de mucine, c'est que le gluten ne renfermait pas une assez grande quantité d'acide pour rendre soluble une plus grande portion de sa substance; que si l'eau ne redissout pas la mucine tout entière, c'est que la mucine n'est pas tout entière du gluten soluble dans l'eau, mais qu'elle renferme force résine et force huile, etc., substances solubles dans l'alcool et non dans l'eau; que si la solution d'eau est

troublée par l'alcool, c'est parce que l'alcool s'empare des molécules d'eau et s'en sature, ce qui ne saurait avoir lieu sans déplacement et sans précipitation ; que les alcalis occasionnent un trouble semblable en s'emparant de l'acide qui servait de menstrue au gluten ; que l'oxalate d'ammoniaque occasionne un précipité dans le liquide, parce que la solution renferme de l'acétate de chaux ou du phosphate acide de chaux ; que la chaux ne précipite rien, pas plus que la baryte, parce que la solution alcoolique n'a pris au gluten aucun sulfate, etc., etc. En conséquence, la mucine n'est encore qu'un mélange, et de gluten rendu soluble par un acide, et de la plupart des substances que le gluten renfermait dans les mailles de son tissu.

1279. L'auteur a pris un meilleur parti, dans l'étude qu'il a faite des produits de la germination des céréales. S'il a créé des noms, c'est en combinant entre eux les noms académiques; et s'il trouve deux substances nouvelles dans les produits de la germination, l'une s'appelle la *dextrine gluténique*, et l'autre le *sucre gluténique*, expressions qui signifient pour nous : *mélange de fécule et de gluten*, et *mélange de gluten et de sucre*, mais qui, pour l'auteur, ont sans doute une signification et une importance bien différentes, puisqu'elles sont cotées de nombres différents.

100 parties de froment avant la germination lui ont donné :

Amidon	72,72
Gluten	11,75
Dextrine gluténique	3,46
Sucre gluténique	2,44
Albumine.	1,43
Son	5,50
Perte	2,70
	100,00

Après la germination, 100 parties du même blé ont donné :

Amidon	65,80
Gluten.	7,64
Dextrine gluténique	7,91
Sucre gluténique	5,07
Albumine.	2,67
Son	5,60
Perte	5,31
	100,00

Cruikshanck avait trouvé que, sans le contact de l'air, et à la température de 18 à 20° centig., la germination, au bout de quatre jours, n'avait pas produit une quantité notable de sucre et d'amidon.

Th. de Saussure, en prolongeant l'expérience, a obtenu de 100 parties de graines de froment :

Amidon	61,81
Gluten.	0,81
Dextrine gluténique	1,73
Sucre gluténique	10,79
Albumine.	8,14
Son	4,07
Gaz acide carbonique	3,38
Perte	9,27
	100,00

1280. Suivant les principes de cet ouvrage, rien n'est plus aisé à expliquer que les résultats obtenus par Th. de Saussure, et de rendre à chaque substance ce qui lui appartient. Quant à la rigueur des nombres, nous avons déjà fait connaître la confiance qu'on doit y attacher (323).

Dans la première expérience, le gluten se trouve sous deux formes, l'une insoluble, et l'autre rendue soluble par un acide volatil. Dès les premières impressions de chaleur, une partie de

cet acide s'évapore, et abandonne à sa première forme le gluten qu'il dissolvait, et qu'on recueille alors avec les caractères d'une écume coagulée, et sous le nom d'albumine ; en restituant ce nombre au gluten, le chiffre de celui-ci est de 13,18. Une autre portion de ce même gluten reste plus long-temps unie à l'acide, son menstrue, et par conséquent ne peut manquer de s'associer avec les substances, qui sont solubles dans l'eau et dans l'alcool. Quand on traitera le mélange par l'alcool, ce gluten y passera avec le sucre, qui prendra alors le nom de sucre gluténique. Mais la portion que l'alcool refuse de dissoudre, se composera spécialement de *gomme* et de la *substance soluble* de la fécule échappée aux téguments crevassés ; ces deux substances, en se coagulant, ne manqueront pas d'emprisonner, dans le sein de leurs grumeaux, tout le gluten soluble qu'elles rencontreront sur leur passage (56) ; ce sera alors de la *dextrine gluténique.*

1281. Nous avons dit que la germination tend de jour en jour et de proche en proche, à faire éclater les grains d'amidon, et à transformer le gluten et l'amidon en sucre. Aussi la dextrine gluténique et le sucre gluténique devront se montrer plus abondants, à mesure que la germination avancera en date. Car, de jour en jour, la graine renfermera un plus grand nombre de grains de fécule éclatés, par conséquent, une plus grande quantité de substance soluble de la fécule, une plus grande quantité de sucre, et une plus grande quantité d'acide acétique et carbonique, propres à rendre soluble le restant du gluten. Ces analyses comparatives ne renferment donc que des résultats pseudonymes et déjà depuis long-temps suffisamment expliqués.

Quant à la troisième expérience, il est évident qu'elle n'a pas été soustraite pendant tout ce temps au contact de l'air ; mais elle est, en tout cas, une conséquence des expériences précédentes.

§ VI. LÉGUMINE (Braconnot), ALBUMINE ET GLUTEN DES LÉGUMINEUSES (Einhof).

1282. D'après toutes les explications que je viens de donner sur les diverses réactions du gluten, je devrais me contenter d'indiquer cette fausse substance, qui rentre absolument, par tous ses caractères essentiels, dans le genre du gluten.

1283. « On la prépare, en mettant tremper des pois (*pisum sativum*) dans l'eau, jusqu'à ce qu'ils soient gonflés et ramollis; puis on les réduit en pâte homogène, en les broyant dans un mortier; on délaie cette pâte dans l'eau, et on la fait passer à travers un tamis fin; le tamis retient le *test* et le périsperme sphacélé qui forment les *écales*; la liqueur passe laiteuse; et sans jamais perdre tout-à-fait ce caractère, elle laisse déposer de l'amidon pur formant une couche blanche comme la neige, puis une couche d'amidon mêlée de gluten et de substance verte. On décante; et par le repos, la *légumine* se dépose; on peut la recueillir sur un filtre que cette matière ne tarde pas à obstruer. Elle rougit sensiblement le papier tournesol, à cause du phosphate acide de chaux qu'elle renferme. L'alcool se comporte avec elle comme avec le gluten dont nous avons parlé. Les carbonates alcalins la dissolvent, mais celui d'ammoniaque moins que celui de potasse. L'acide sulfurique concentré la dissout en un liquide brun clair, d'où l'eau le précipite en flocons gluants. Le chlorure de mercure, la noix de galles, la précipitent; le carbonate et le sulfate de chaux la durcissent. »

1284. Le travail de Braconnot diffère de celui d'Einhof, sous des rapports de peu d'importance, et qui tiennent au plus ou moins de précision dans les procédés.

1285. La légumine revient donc au gluten rendu soluble dans l'alcool par la présence d'un acide (par exemple,

l'excès d'acide phosphorique du phosphate de chaux). Le liquide laiteux, observé au microscope, présente en effet des myriades de granules sphériques, égaux entre eux, ne dépassant pas $\frac{1}{400}$ de millimètre (648), et qui, en se déposant spontanément au fond de l'eau, ou se coagulant par l'ébullition à la surface, présentent tous les caractères du gluten insoluble.

1286. La matière verte qui s'associe à ces dépôts, et que nous ne rencontrions pas dans la farine du froment, provient des cotylédons, dans lesquels se trouve la fécule des légumi·nacées. Or, les cotylédons possèdent la substance verte en plus ou moins grande proportion, tandis que le périsperme des céréales n'en offre presque jamais de trace.

1287. Mais des expériences que j'ai fort anciennement entreprises à ce sujet, me permettent d'avancer, que les cotylédons fournissent spécialement le gluten insoluble dans l'eau et dans l'alcool, plus l'amidon emprisonné dans les sacs glutineux (992), et la matière verte provenant du tissu vasculaire (1105) de ces organes; que les globules glutineux, qui restent suspendus dans le liquide et qui forment la légumine, proviennent spécialement de la plumule et de la grosse radicule de ces semences. Le test et le périsperme sphacélé n'offrent pas la moindre trace de l'une ou l'autre de ces trois substances.

1288. Les globules glutineux se déposent, avec le gluten dissous à l'aide de l'acide, à mesure que cet excès d'acide se sature soit par les sels du légume, soit par l'ammoniaque qui se forme pendant la durée de l'expérience.

1289. Car la fermentation s'établit souvent en deux ou trois heures, selon l'élévation de température de l'atmosphère, à dater du moment où l'on abandonne le liquide à lui-même; et en deux ou trois jours on voit cette substance monter à la surface du liquide, comme le gluten, ou comme la crème du lait, dont elle a toute l'odeur caséeuse; jetée alors sur le filtre, elle en obstrue les pores plus que jamais; elle obstrue même les mailles d'une toile.

1290. Or, si l'on voulait admettre, comme caractère distinctif de cette substance, sa solubilité non seulement dans les alcalis, mais encore dans les carbonates alcalins, il serait permis de présager la découverte d'autant de substances nouvelles, qu'on observerait le gluten chez diverses plantes. Car, lorsqu'il s'agit d'une substance aussi riche en acides ou sels étrangers que l'est le gluten, on doit penser que l'action des doubles décompositions ou des diverses éliminations pourra être la cause d'une foule de caractères illusoires; or, la nécessité de rendre compte de l'origine de tous ces caractères, n'implique pas celle d'introduire d'avance des noms nouveaux dans la science.

§ VII. TRANSFORMATION APPARENTE DU GLUTEN SOUS L'INFLUENCE DE LA POTASSE. ACIDE PECTIQUE (Braconnot).

1291. « On réduit en pulpe des racines, par exemple, des carottes jaunes, d'après Braconnot; on en exprime le jus, on lave le marc à plusieurs reprises avec de l'eau distillée ou de pluie, et on l'exprime encore. On délaie une partie de marc dans six parties d'eau de pluie, et on y ajoute peu à peu et par petites portions une dissolution d'une partie de potasse à l'alcool (*). On chauffe ensuite le mélange, et on le fait bouillir pendant environ un quart d'heure, puis on passe la liqueur bouillante à travers un linge. On reconnaît que le mélange a bouilli assez long-temps, quand, après en avoir filtré une petite portion, celle-ci se prend en gelée par L'ADDITION D'UN PEU D'ACIDE. La liqueur renferme principalement DU PECTATE DE POTASSE. On sépare l'acide pectique de la potasse, par un acide fort qu'il est difficile d'enlever parfaitement, ou par le chlorure de chaux, qui fournit, par double décomposition, du PECTATE DE CHAUX. On le fait bouillir avec

(*) Vauquelin préfère le bicarbonate de potasse ou le carbonate de soude dissous dans 20 parties d'eau, parce que ces sels dissolvent moins de substances étrangères que la potasse pure.

de l'eau aiguisée d'acide hydrochlorique, qui s'empare de la chaux, et met à nu l'acide pectique, lequel reste, sous forme d'une gelée incolore, légèrement acide, rougissant le papier tournesol, même lorsqu'elle est tout-à-fait dépouillée d'acide hydrochlorique. L'eau froide en dissout très peu; il est plus soluble dans l'eau bouillante. La dissolution est incolore, ne se solidifie pas par le refroidissement, et alors elle rougit à peine le tournesol; elle se coagule par l'alcool, l'eau de chaux ou de baryte, les acides ou les sels à base alcaline; le sucre la transforme, au bout de quelques temps, en gelée. A la distillation sèche, l'acide pectique se décompose sans se gonfler, donne beaucoup d'huile empyreumatique, et laisse une grande quantité de charbon, mais ne dégage ni de l'ammoniaque, ni de l'acide hydrochlorique. L'acide nitrique la transforme en acides oxalique et mucique. Cette gelée acide jouit de la propriété de former des pectates avec les bases. »

1292. Ceux qui auront médité les divers principes que j'ai consignés dans les paragraphes précédents, n'auront pas de peine à se rendre compte de ces phénomènes, et à ne voir, dans le prétendu acide pectique, que du gluten dissous par la potasse, et repris ensuite par un acide qui le dissout en moins grande quantité, et produit une gelée tremblotante, par un mécanisme analogue à celui de l'empois (957), les grumeaux coagulés à demi, et que l'acide ne peut achever de redissoudre, faisant l'office des téguments d'amidon (909).

1293. Mais en même temps que la potasse agit sur la partie glutineuse et qu'elle désagrége les molécules des parois ligneuses (1172), elle doit nécessairement mettre en liberté, et le sucre, et la gomme, et l'huile, que recèlent les cellules et les vaisseaux du ligneux. Aussi remarque-t-on que ce prétendu acide pectique reste toujours coloré, quoi qu'on fasse, quand on a opéré sur une racine riche en matière colorante, comme l'est la carotte.

1294. D'un autre côté, l'action de la potasse détermine la formation des acides oxalique, acétique et carbonique qui

se combinent avec cette base. Si maintenant vous saturez cette base par l'acide hydrochlorique, non seulement vous éliminez au moins deux de ces acides, mais encore, malgré tous vos efforts, il restera dans cette gelée des traces de l'acide employé, que les plus longs lavages ne sauraient enlever. On peut obtenir directement la preuve de cette assertion, en traitant une huile par un acide; je porte le défi que les plus longs lavages à l'eau et même à l'alcool parviennent jamais à enlever l'acidité complétement. Donc le gluten (1268) abandonné sous forme de gelée, par la potasse saturée avec un acide, ne sera plus qu'un mélange de gluten en grande quantité, de sucre, d'huile en moindre quantité, de sels à base de potasse, et d'acides libres provenant, soit de l'emploi d'un acide minéral ajouté, soit de la formation spontanée d'acides végétaux sous la première influence de la potasse; et comme ces diverses substances végétales varieront en qualité et en quantité, selon la nature des racines employées et selon les circonstances de l'opération, on peut avancer qu'on rencontrera autant de propriétés diverses à l'acide pectique, qu'on essaiera de végétaux différents et qu'on usera de procédés divers (*).

1295. Ce qui précède explique suffisamment comment ce mélange simule un véritable acide, en saturant les bases inorganiques, et comment il perd son acidité par des solutions répétées dans l'eau bouillante. Il est vrai qu'à la distillation, cette substance, s'il faut en croire l'auteur de la découverte, ne laisse dégager ni ammoniaque ni acide hydrochlorique. Mais l'auteur fait observer qu'il reste un charbon volumineux, et c'est ce charbon qu'il fallait analyser avant de prononcer;

(*) La meilleure preuve de ce que j'avance se tire évidemment de la couleur noire que contracte cette gelée, lorsqu'on la dessèche à une chaleur même modérée. Évidemment cette substance ne noircit que par l'influence qu'exerce, sur le tissu organique, l'action simultanée de la potasse et de l'acide hydrochlorique, qui sont restés emprisonnés, à l'insu du manipulateur, dans les mailles factices du tissu gélatineux.

car l'acide hydrochlorique doit certainement s'y trouver à l'état de chlorure. Il fallait ensuite recueillir les gaz, et on se serait alors assuré de la présence de l'azote, provenant de la décomposition de l'ammoniaque par le charbon.

SIXIÈME GENRE.

HORDÉINE (*).

1296. Proust signala en France, sous le nom d'*hordéine*, une substance qu'il avait rencontrée principalement dans la farine d'orge (*hordeum*) (**) (1030), et qu'il avait déjà désignée, en Espagne, sous celui de *cevadina*, de *cevada*, orge en espagnol.

« Quand on lave une pâte de farine d'orge, dit ce chimiste, comme s'il s'agissait d'en tirer la *glutine* (gluten, 1275), cette dernière ne s'y trouve point (1239); mais les doigts rencontrent, à sa place, je ne sais quoi de rude, de sableux, qui n'est autre chose, en effet, que le produit dont nous venons de parler... L'analyse ne montre rien qui le distingue de tous les tissus ligneux, dont l'azote ne fait pas ou presque pas partie; à la distillation, par exemple, le vinaigre, l'huile et des gaz qui en retiennent une partie, mais aucune trace

(*) *Mém. du Muséum d'hist. naturelle*, tom. XVI, 1827. Voyez de plus: *Annal. des sciences d'observ*, tom. II, pag. 106, 1829. — J'entrerai dans quelques détails au sujet de cette substance, quoique le résultat de ce travail soit tout négatif. Mais Berzélius (tom. IV, pag. 525) vient d'enregistrer, quoique avec doute, dans son grand ouvrage, cette vieille erreur, que, depuis la publication de mon mémoire, les chimistes les plus aveuglément attachés aux anciens principes avaient pourtant rejetée de leurs ouvrages. D'ailleurs, ce que je vais exposer aura son côté positif, en ce qu'il me fournira l'occasion d'analyser la farine des céréales, et de donner ainsi un exemple de la méthode à suivre dans l'investigation des substances mélangées.

(**) *Annal. de phys. et de chim.*, tom. V, pag. 339.

d'ammoniaque. L'acide nitrique la dissout ; il en forme de l'acide oxalique, du vinaigre ; après quoi paraît un soupçon de ce jaune amer qui rappelle toujours un peu d'azote. (Pag. 342.) »

1297. Le procédé dont s'est servi Proust pour isoler cette substance, consiste simplement à faire bouillir l'*amidon* et l'*hordéine* qui se sont déposés simultanément dans le fond du vase pendant la malaxation (1080). L'ébullition rend (d'après l'auteur) l'amidon soluble (935), l'hordéine se précipite ; et l'on obtient l'hordéine pure au moyen de quelques lavages.

1298. A la lecture de la description de cette substance et du procédé que l'auteur avait suivi pour l'obtenir, je conçus des doutes assez forts sur son existence réelle, et je me proposai de l'obtenir par moi-même, et de l'étudier à l'aide de mes nouveaux procédés.

1299. Après que je l'eus obtenue exactement par le procédé de Proust, le premier coup d'œil, dont elle fut l'objet au microscope, me convainquit qu'au lieu d'une substance immédiate, j'avais sous les yeux un composé compliqué de tissus, dont il ne me restait plus qu'à étudier la région dans la graine elle-même. Le seul moyen de mettre quelque ordre dans ces nouvelles recherches, et de parvenir à des résultats plus positifs, est d'étudier séparément chaque organe de la graine en particulier et d'en tracer des figures exactes, en tenant toujours compte du diamètre des formes qui se présenteront constamment les mêmes. C'est ce que je vais faire, en procédant des organes plus externes aux organes plus internes (pl. 7).

§ I. DESCRIPTION MICROSCOPIQUE DES ORGANES QUE LA MOUTURE CONFOND DANS LA FARINE DE BLÉ ET D'ORGE.

1300. Une coupe longitudinale du grain mûr de froment (fig. 2), pratiquée le long du sillon médian que l'on observe sur la face postérieure du grain, présente, 1° le péricarpe (*a*)

qui, sur le côté opposé, tapisse l'intérieur du sillon médian (*g*); 2° le périsperme (1234) blanc et farineux (*d*); 3° l'embryon (*b*) dont l'empreinte se voit sur le péricarpe, à la base de toute graine de graminacée.

1301. La même coupe, pratiquée sur un grain d'orge (fig. 1), offre, outre ces trois organes désignés par les mêmes lettres, les valvules calicinales (*e*) qui, en s'agglutinant sur la surface extérieure de la graine, semblent lui former un second péricarpe. Décrivons en détail tous ces organes, dont on voit les figures grossies 150 fois (*) sur la planche 7.

1302. Péricarpe (fig. 2, *a* et *a'*). — Avant la fécondation de l'ovaire (886), le péricarpe se composait de deux couches : l'une extérieure, blanche, très épaisse, remplie de fécule (*spécialement dans l'ovaire du froment*), et l'autre plus mince, verte, tapissant l'intérieur de la cavité formée par la couche extérieure, et susceptible, à une certaine époque, de se séparer de la couche blanche, en conservant pourtant des traces de leur adhérence primitive (**).

1303. A mesure que la maturité approche, on voit la couche externe et blanche perdre peu à peu sa fécule et son épaisseur; ses cellules, se dépouillant progressivement de leur substance nutritive, s'appliquent les unes contre les autres, et, réduites alors à la minime épaisseur de leurs parois, elles finissent par ne plus présenter, malgré leur grand nombre, que la consistance d'un épiderme ordinaire (fig. 2, *a'*).

1304. La couche interne, au contraire, de verte qu'elle était dans le principe, finit par devenir rougeâtre, changement uniquement dû à une modification de la résine de ses cellules; et c'est cette résine desséchée qui rend la graine des céréales imperméable à l'eau, partout ailleurs que sur le *hile* (*c*, fig. 1 et 2), par lequel la graine tenait à l'articulation supérieure de la fleur.

(*) A l'exception des fig. 1 et 2, qui sont dessinées à une simple loupe d'un pouce de foyer.

(**) Voy. pl. 16, fig. 7, tom VI des *Annal. des sc. naturelles*, 1825 : et de plus *Nouv. syst. de physiologie végét. et de bot.*, tom. I, § 427.

1305. Le périsperme (*d*, fig. 1 et 2) est recouvert d'une couche à cellules hexagonales noires par réfraction, et blanches par réflexion, plus allongées dans l'orge (fig. 5) que dans le blé (fig. 6). Cette couche simple paraît tenir la place, chez les graminées, du *test* des autres graines. Une tranche longitudinale du grain de blé (fig. 4) présente tous ces organes dans leur position respective : (*a*) couche blanche et externe du péricarpe ; (*b*) couche résineuse et interne du même organe ; (*c*) espèce de test qui enveloppe le périsperme farineux (*d*), mais qui, sur l'embryon, ne s'offre plus avec ses cellules hexagonales. La fig. 3 représente le périsperme de l'orge.

1306. La fig. 7 représente de face la couche externe (*a*) et la couche interne ou résineuse (*b*) du péricarpe pris SUR la surface de l'embryon de l'orge. La fig. 8 représente les mêmes couches (*a* et *b*) prises à la même région chez le blé.

1307. La fig. 9 représente le même organe avec sa couche externe (*a*), sa couche interne (*b*), plus le test (*c*) du périsperme pris AU-DESSUS de la région de l'embryon de l'orge. La fig. 10 représente la couche blanche externe (*a*) et la couche résineuse interne (*b*) prises à la même position sur le blé.

1308. La calotte supérieure du grain de blé est hérissée de poils roides et blancs (fig. 2, *f*, et fig. 13), dont nous nous sommes occupé plus haut (734). Le grain d'orge en a moins (pl. 9, fig. 4) ; l'ovaire d'avoine (fig. 1) en est tout velu.

1309. A la base du grain de toutes les céréales, se trouvent deux écailles, épaisses avant la fécondation (pl. 9, fig. 10, *cc'*), et qui s'amincissent à la maturité (*c''*). Dans leurs interstices s'insèrent les étamines, et ce double système d'organes forme l'analogue des corolles monopétales des végétaux d'un ordre supérieur.

1310. L'embryon se compose : 1° d'un cotylédon charnu triangulaire, qui est chargé de transmettre au végétal en miniature les produits organisateurs de la décomposition du périsperme (fig. 2, *d*), contre lequel il est appliqué par sa

face postérieure ; cet organe est traversé d'une grosse nervure verdâtre (*) ; 2° de la plumule formée par des emboîtements de feuilles en miniature, non encore fendues par devant et assez nombreuses, même avant la germination ; 3° d'un cône radiculaire ne renfermant point de substance verte, mais offrant des emboîtements analogues à ceux de la plumule qui lui est opposée, quoique plus épais et moins nombreux. La fig. 12 présente un fragment des feuilles de la plumule avec leurs nombreuses nervures. La fig. 11, au contraire, offre un fragment des cellules internes et de l'épiderme du cotylédon de l'orge et du blé.

1311. Voilà l'énumération analytique de tous les organes dont la mouture mêle et confond les fragments plus ou moins divisés dans la farine des céréales : amidon, gluten, embryon, diverses couches du péricarpe, écailles corolloïdes et filaments des étamines.

1312. Pour séparer l'amidon et le gluten que l'on désire obtenir simultanément, et à part des fragments du péricarpe et de l'embryon, qui ne peuvent servir que bien accidentellement à la fermentation panaire, on fait passer le produit brut de la mouture dans un *bluteau*, tamis cylindrique ou conique, auquel on fait décrire un mouvement de rotation autour de son axe. L'amidon et les particules de gluten passent à travers les mailles ; les plus gros fragments du péricarpe et de l'embryon restent dans le tamis, et forment ce qu'on appelle le *son*.

§ II. QUELS SONT CEUX DE CES ORGANES QUE L'ON RETROUVE DANS L'HORDÉINE, ET QU'EST-CE ENFIN QUE L'HORDÉINE ?

1313. Or, dans *l'hordéine* obtenue au plus grand état de pureté, on rencontre principalement les divers fragments du

(*) Voyez mon travail sur *le développement de l'embryon* (*Annales des sciences nat.*, tom. IV, pl. 13, fig. 5 *a*, et pl. 14, fig. 13 et 14 *a*), et *Nouv. syst. de physiol. végét.*, 1836, tom. I, § 346.

péricarpe que représentent les figures 5, 6, 7, 8, 9, 10, les fragments de la plumule (fig. 12), ceux du cotylédon (fig. 11), les poils (fig. 13), les écailles (pl. 9, fig. 10, *c*), et de gros blocs indéterminables, qui ne peuvent être que des fragments trop épais de l'embryon.

1314. L'HORDÉINE N'EST DONC QUE DU SON PLUS DIVISÉ que celui qui est resté sur le *bluteau*, et qui a passé, à cause de la ténuité de ses fragments, à travers les mailles, en même temps que la fécule et le gluten. Dans l'expérience de Proust, l'ébullition fait monter en suspension les téguments de la fécule et les fragments du péricarpe; et par le refroidissement ces fragments du *son* retombent rapidement; on les obtient presque purs par des lavages.

1315. Voilà donc à quoi se réduit la substance, à laquelle Proust avait consacré trois grands mémoires, et à laquelle il faisait jouer un si grand rôle dans l'acte de la germination(*); et sans nos recherches, il est infiniment probable qu'elle aurait conservé encore long-temps son importance dans les catalogues de la science. Par une conséquence immédiate, il paraîtra certain, sans avoir recours à l'expérience, que toutes les graines douées d'un test ou d'un péricarpe résineux auraient pu fournir une quantité plus ou moins considérable de ce *son* très divisé, lorsqu'on les aurait soumises aux procédés que je viens de décrire.

1316. Je ne parle ici que de l'hordéine de Proust; car Thénard (**) a évidemment confondu, sous ce nom, deux substances distinctes : les lies des vins, qui sont des pellicules provenant d'une végétation cryptogamique, ou une association des particules du gluten, et l'*hordéine*, de Proust, que je viens de prouver n'être que du *son* très divisé.

(*) *Pour l'hordéine, enfin,* disait-il *descendue de 55 à 12 par la germination, qu'est-elle devenue? se serait-elle transformée en amidon? Que de recherches n'exigeraient pas ces questions?* (*Annal. de chimie et de phys.*, tom, V, pag. 344.)

(**) *Traité de chimie*, 1824, tom. IV, pag. 230, 304 et 315.

1317. Mais, dira-t-on, si l'hordéine n'est que du son très divisé, comment se fait-il que des graines d'un volume à peu près égal, mais appartenant à des espèces différentes, fournissent des quantités si différentes de ce résidu? Comment se fait-il que l'orge laisse 55 d'*hordéine* sur 100 de farine, tandis que la farine de blé en fournit à peine 20 pour 100?

L'anatomie des deux graines donne une réponse péremptoire à cette double objection. Je ne parlerai pas ici des paillettes calicinales qui recouvrent intimement le grain d'orge, et dont les fragments, en se réunissant à ceux du péricarpe, doivent nécessairement grossir encore la quantité du précipité. Mais cependant il est bon de faire observer que ces paillettes calicinales, en s'attachant au péricarpe, ont dû imprimer à cet organe des modifications physiques que n'aura pas le grain de blé. Or, c'est ce que la dissection démontre. Car, si l'on pratique une coupe transversale sur le grain d'orge et sur celui de blé, on ne manque pas de s'apercevoir que le péricarpe du blé (fig. 10) s'enlève en entier et comme un ruban circulaire, tandis que le péricarpe de l'orge (fig. 9), au lieu de s'exfolier, ne se détache que par fragments très petits. Eh bien! ce qui se passe sous le tranchant du scapel, doit évidemment avoir lieu aussi sous le poids de la meule. En conséquence le *son* se trouvera à un état de division bien plus grossier dans la farine de blé que dans celle de l'orge. Ses fragments resteront donc au-dessus du bluteau, quand on tamisera la farine de blé, tandis que, plus petits et presque microscopiques dans la farine d'orge, ils passeront avec la fécule et le gluten à travers les mailles du bluteau, et deviendront ainsi presque inséparables mécaniquement de cette farine.

1318. La preuve en grand de ce que vient de révéler l'analyse microscopique nous est fournie par l'orge perlé On sait que cette substance se prépare principalement en Hollande, en écartant la meule, qui dès lors, au lieu d'écraser le grain d'orge, ne fait plus que le rouler sur lui-même, et, par le frottement, le dépouille de son péricarpe et de son

embryon; le grain d'orge s'offre alors sous la forme d'une boulette blanche, analogue aux petites boulettes de *sagou* (1011), d'où lui vient le nom d'*orge perlé;* et ces boulettes ne retiennent plus du péricarpe que la portion qui, étant emprisonnée dans le sillon postérieur de la graine (pl. 9, fig. 4, *a*), n'a pu être usée par la meule.

Eh bien! si l'on broie cette substance, pour en faire de la farine, on obtient une farine aussi blanche que celle du froment, et qui ne donne plus, en *hordéine*, qu'une quantité minime, équivalente à la somme des débris du péricarpe qui étaient restés inattaqués dans le sillon postérieur du grain.

1319. Ces résultats sont si simples à obtenir et si faciles à comprendre, qu'on serait tenté de croire qu'ils n'eussent pas échappé aux meuniers, aux boulangers, et à tous ceux qui ont l'habitude d'observer et de manipuler les farines. Qu'on relise, en effet, ce mémoire à la main, les travaux qui ont eu pour objet la panification, et on croira lire, souvent en une ou deux phrases, la réfutation du travail si étendu de Proust (*).

« La farine d'orge, dit Parmentier (**), est presque toujours défectueuse, à cause du *son*, dont le tissu rude et coupant la rend rude au toucher; la pâte qui en résulte est cassante et plus courte que celle du seigle, d'où il est aisé de conclure qu'elle ne peut fournir un pain bien levé. Pour tirer le meilleur parti de l'orge, il faut éloigner d'abord la meule courante, afin de concasser seulement le grain et séparer tout le son; l'orge ainsi mondé demande à être converti en farine comme les gruaux. On en obtient plusieurs farines qui, mé-

(*) Notre réfutation à nous est plus longue, il est vrai; mais cela vient uniquement de la nécessité fatale qui pèse sur la science: les erreurs y prennent facilement racine à l'ombre des grands noms; pour les en déraciner, il faut ensuite user d'efforts et de patience, et pousser la conviction à bout.

(**) *Parfait Boulanger*, pag. 56.

langées ou employées à part, sont toutes de nature à durcir, étant combinées avec l'eau et mises en boulettes. »

« La meilleure farine, dit Mathiole (*), est celle qui n'est pas bien moulue, qui a été un peu gardée, et qui jette et rend un son gros; car une farine trop moulue fait du pain comme s'il était du son. »

1320. Maintenant que nous avons démontré l'identité de l'hordéine avec le péricarpe des céréales, il sera facile de s'expliquer pourquoi, après la germination de l'orge, on obtient si peu d'hordéine. Le péricarpe, après la germination, s'est isolé du périsperme, dont le gluten s'est décomposé, et dont la fécule s'est sacrifiée aux dépens de l'embryon qui a crû et végété. Ce péricarpe est devenu moins cassant et plus élastique en s'imbibant d'eau. Sous la meule, il ne se broiera donc plus qu'en larges compartiments, qui ne pourront passer à travers le bluteau, et qui resteront au-dessus du tamis, sous la forme du *son* ordinaire. C'est là la cause de l'erreur qui a porté Proust à croire que l'hordéine diminuait en proportion, et que l'amidon de son côté augmentait, tandis qu'au contraire, il est évident que l'amidon diminue en se sacrifiant à la nutrition de l'embryon, et que l'*hordéine* reste stationnaire, à cause de l'incorruptibilité de la résine, qui remplit les cellules du péricarpe (pl. 7, fig. 9, *c*), et de l'inaltérabilité de la couche externe (*ibid.*, *a*, et *b*), dont les cellules ne contiennent rien qui soit capable de fermenter.

1321. Il ne faudrait pourtant pas s'attendre, avant la germination, à obtenir, dans toutes les expériences, 55 sur 100 d'hordéine, comme Proust l'indique dans son travail. Ce nombre variera considérablement, selon les procédés employés et selon le temps que durera l'expérience. Plus on lavera le résidu, plus les pellicules de la couche externe du péricarpe (fig. 4, *a*), les téguments d'amidon et les fragments de gluten monteront et resteront en suspension, en sorte qu'à

(*) *Sur Dioscoride.* Trad. de Pinet. Lyon, 1655, pag. 186.

force de lavages, sur 14 gros de farine d'orge, j'ai fini par ne plus obtenir qu'un gros d'*hordéine*. Mais, comme j'avais soin d'examiner les eaux de lavage au microscope, toutes les fois que je décantais, il devenait évident à mes yeux que j'enlevais, à chaque fois, des fragments nombreux des organes les plus légers de ce mélange précipité.

1322. Et c'est ici l'occasion de faire remarquer combien l'on se trompe, quand, à l'aide de l'analyse des farines par les procédés en grand, on assure avoir obtenu des quantités précises, susceptibles d'être exprimées par des fractions, et même par des unités. Le *son*, comme on vient de le voir, passe en assez grande quantité avec l'amidon; le gluten se réunit aussi à cette substance, surtout quand il n'est pas élastique; l'amidon, à son tour, reste emprisonné en quantité notable dans la substance du gluten; il faut en dire autant du sucre, de l'huile, de la résine, et des fragments de l'embryon; en sorte que tel auteur indique une quantité d'huile, tel autre ne mentionne pas même cette substance; qu'en un mot enfin une analyse en grand est un véritable chaos, une simple approximation inutile à la physiologie, et dont les résultats peuvent tout au plus servir de guide aux procédés industriels.

1323. Je terminerai ce paragraphe en faisant remarquer qu'on pourrait obtenir ce *son* très divisé (*hordéine*), à un état de pureté aussi grand que dans les expériences de Proust, par une simple lévigation (121). Car, délayée dans une suffisante quantité d'eau (20 fois son volume), il se forme consécutivement trois espèces de précipités superposés; l'inférieur offre, outre tous les organes qui constituent l'*hordéine*, quelques gros sacs de fécule et des grosses sommités du grain hérissées de poil; la seconde couche offre plus de fécule que de ces fragments, et la troisième, ou la supérieure, est la plus pure de toutes. Plus les mailles du bluteau sont fines, et plus la grosseur de ces fragments de la couche inférieure diminue; en sorte que, par suite de quelques essais, on pourrait parve-

nir à reconnaître le degré de finesse d'une farine, par le simple mesurage de ces fragments au microscope.

§ III. RÉGION QU'OCCUPENT RESPECTIVEMENT LES SUBSTANCES ORGANISÉES ET ORGANISATRICES, DANS UNE GRAINE DE CÉRÉALES (*).

1324. AVANT LA FÉCONDATION, le péricarpe renferme de la fécule (886) chez certains céréales, et le périsperme ne renferme que de l'albumine et du sucre. Dans d'autres, l'albumine et le sucre existent simultanément dans les cellules du périsperme et du péricarpe. Les poils (1308), dont la sommité de l'ovaire est hérissée, ne renferment que du sucre, et les écailles (1309) placées à la base de cet organe contiennent, avec le sucre, de l'albumine. Les stigmates ne renferment que de la gomme, que protége, contre l'action de l'eau, l'imperméabilité des parois de leur tissu cellulaire. La résine verte existe à cette époque dans la couche interne du péricarpe (1302). Grâce au réactif, dont je parlerai plus longuement à l'article *Sucre*, l'existence de toutes ces substances, dans leurs organes respectifs, se peint aux yeux, sous le microscope, sans le secours d'une bien longue manipulation.

1325. Soit, en effet, un ovaire d'orge (*hordeum hexastichon*) (pl. 9, fig. 6, *a*), dont j'ai représenté, grossis cent fois, un fragment de stigmate (fig. 9) et les écailles basilaires (fig. 10), avec l'épaisseur qui les caractérise à cette époque, vues par derrière (*c*) et vues par devant (*c'*). Que l'on dépose cet ovaire dans la cavité d'une lame de verre remplie d'acide sulfurique, et que l'on recouvre à frottement avec une lame simple, on ne tarde pas à voir (pl. 9, fig. 3) les poils (*b*, *c*, *d*, *e*) se colorer en jaune, se contourner (*b*), s'enfler çà et là comme par des impressions digitales (*d*), et les autres enfin crever par le

(*) Pour la complète intelligence des réactions que je vais mentionner, je renvoie le lecteur à l'article du *sucre* (groupe des *substances organisatrices*). — *Annal. des sciences d'observat.*, tom. 1er, pag 72, 1829.

bout (*c*). La panse de l'ovaire (*a' a'*), ainsi que le jeune périsperme que l'on voit enchâssé dans le centre du péricarpe, comme un ovale dans un cœur, se colorent en purpurin de la plus belle nuance, et l'épiderme même (*a a*) contracte une légère couleur purpurine. Les écailles (fig. 10, *cc'*) se colorent de même. Mais les papilles du stigmate (fig. 9, *b*, et 3, *gg*) au lieu de se colorer, laissent suinter seulement des gouttelettes limpides, incolores (fig. 3, *hh*). L'albumine et le sucre existent donc simultanément dans toute la capacité de l'ovaire et dans la substance des écailles. Si l'on ajoute à l'acide sulfurique de l'albumine, les poils se colorent en purpurin ; ils renferment donc du sucre. Quant aux stigmates, ni l'albumine, ni le sucre ne parviennent à communiquer à l'acide sulfurique la propriété de les colorer en purpurin. D'un autre côté, l'alcool n'enlève rien aux stigmates intègres ; donc leurs papilles ne renferment ni sucre, ni albumine, ni huile, ni résine ; et les gouttelettes qui en suintent ne sont que de la gomme plus ou moins mucilagineuse.

1326. Si l'on détache du péricarpe (*c*, fig. 2) d'un ovaire frais, le périsperme (*b*) que l'on voit enchâssé, comme un ovale, dans le sein du péricarpe affaissé par l'acide sulfurique, et que l'on place ce corps turbiné sur l'acide sulfurique, on le voit (fig. 5) se colorer en purpurin, à l'exception de son épiderme (*bb*), qui se colore en jaune. Le mamelon (*a*) où doit se former l'embryon est imperforé évidemment, ainsi que je l'ai déjà démontré par des dissections multipliées (*), et que le démontre encore mieux la réaction de l'acide sulfurique. Car, dans cet acide, une perforation se révèle avec une évidence frappante ; le grain de pollen (fig. 6, *aa*) en offre un exemple. L'épiderme du périsperme (fig. 5, *bb*), qui, avant la fécondation, n'est, en apparence, qu'une couche parsemée de cel-

(*) Voyez mon *Mémoire sur la perforation de l'ovule* (*Mém. du Muséum d'hist. nat.*, tom. XIV). — *Annal. des sciences d'observat.*, tom. I, p. 89, et tom. III, pag 95. — *Nouv. syst. de physiol. végét. et de bot.*, tom. Ier, § 1121; 1836.

lules, correspond à la couche de cellules hexagonales, que nous retrouvons, à la maturité de la graine, sur toute la périphérie du périsperme (1305).

1327. L'ovule d'une foule d'espèces des diverses familles de végétaux se comporte, dans l'acide sulfurique, comme le périsperme non fécondé des céréales, organe qu'on peut regarder comme l'équivalent de l'ovule.

1328. A LA MATURITÉ DE LA GRAINE, les stigmates desséchés se sont détachés du sommet. Les poils se sont vidés en partie. La couche blanche du péricarpe (pl. 7, fig. 2, *a'*, fig. 7, 8, 9, 10, *a*) ne renferme plus aucune substance soluble que l'alcool, l'acide sulfurique concentré ou l'eau, puissent lui enlever. C'est du ligneux tout pur (1102). La couche intérieure du même péricarpe (fig. 4, *b*) est entièrement résineuse, et se dépouille, par l'alcool, de toute la résine jaune que renferment ses cellules. Je ne sais point encore à quelle substance il faut attribuer l'opacité des cellules hexagonales du *test* (1305). Le périsperme renferme le gluten, l'amidon (1229), et, ainsi que l'indique la réaction de l'acide sulfurique (1325), du sucre et de l'huile, qui abondent dans le maïs. L'embryon (pl. 7, fig. 1 et 2, *b*), outre la substance verte de la plumule (1310) et de la nervure du cotylédon, renferme encore de l'huile et du sucre avec de la gomme. L'huile abonde chez l'embryon du maïs.

1329. Quant aux proportions en grand de toutes ces substances, dans une farine donnée, nous allons les évaluer dans le paragraphe suivant; mais ces proportions, par toutes les raisons ci-dessus exposées (1322), ne peuvent être considérées que comme des approximations utiles à l'industrie.

§ IV. APPLICATIONS PRATIQUES DE TOUTES LES OBSERVATIONS PRÉCÉDENTES A LA MOUTURE, A L'ANALYSE, ET A L'EMPLOI DES FARINES.

1330. Davy a, le premier, signalé à l'attention des chimistes, l'influence qu'exerce le climat sur les quantités respectives des matières qui rentrent dans la structure d'une graine. Il a fait voir, toutes choses égales d'ailleurs, que les blés du Midi renferment plus de gluten que ceux du Nord, ce qui signifie, d'après nous, que le tissu cellulaire des uns se prête mieux à la malaxation que celui des autres. Mais ces différences se montrent, et dans des limites considérables, entre les divers blés cultivés dans le même climat, selon la nature du terrain, la qualité et l'abondance du fumage; ce qui fait qu'une analyse chimique ne doit jamais être considérée comme exprimant une loi générale de composition, alors même qu'il arriverait, par impossible, que nos procédés d'analyse fournissent des résultats plus dignes de confiance.

1331. Froment. — Proust a trouvé que 100 parties de froment donnaient :

Résine jaune	1,0
Extrait gommeux et sucré	12,0
Gluten	12,5
Amidon.	74,5

La résine jaune provient du péricarpe (1328); l'embryon donne une résine verte qui a échappé à Proust. Mais, outre toutes ces substances, il existe, dans les farines les plus pures, des débris du péricarpe et de l'embryon, qui ont dû passer sur le compte de l'amidon et du gluten. L'huile a été perdue de vue, parce que ses globules montant en suspension, accroissent la masse de l'extrait, ou imprègnent le gluten et en sont absorbés. L'extrait gommeux et sucré est

une espèce de chaos chimique, sous le nom duquel on désigne les mélanges dont on ne veut pas se donner la peine d'isoler, par l'analyse ou la pensée, les divers éléments. Dans l'extrait de Proust, on aurait trouvé du gluten dissous, des téguments de fécule, des parcelles indissoutes de gluten, du péricarpe, des globules oléagineux en suspension, enfin de la gomme et du sucre, éléments dont l'analyse en grand était incapable de soupçonner le mélange, et qui devaient nécessairement s'offrir au chimiste sous l'apparence d'une unité.

Vogel retire les nombres suivants de l'analyse des *Triticum hibernum* et *Triticum spelta* des bords du Danube :

	Triticum hibernum.	*Triticum spelta.*
Fécule	68	74
Gluten non desséché . . .	24	22
Sucre gommeux	5	5,50
Albumine végétale . . .	1,5	0,50

Phosphates terreux et autres sels, quantité indéterminée.

Il en est, du sucre gommeux de cette analyse, comme de l'extrait gommeux de l'analyse précédente. Quant à l'albumine végétale, elle est un double emploi du sucre gommeux et du gluten non desséché; on doit la retrouver avec tous ses caractères dans ces deux derniers produits; et ces deux derniers produits doivent se retrouver également dans le poids de cette prétendue albumine végétale (1275). Ici nulle mention de résine, d'huile et de ligneux.

Vauquelin a publié les résultats de ses analyses comparatives, sur la farine de froment, dans le tableau suivant :

NOMS DES FARINES.	HUMIDITÉ.	GLUTEN.	AMIDON.	MATIÈRE SUCRÉE.	MATIÈRE GOMMO-GLUTINEUSE.	SON RESTÉ SUR LE TAMIS.
Farine brute de froment..........	10	10,96	71.49	4.72	3.32	
— de méteil (seigle et from.)....	6	9,80	75,50	4,22	3,28	1,20
— brute de blé dur d'Odessa....	12	14,55	56,50	8,48	4,90	2,30
— — tendre d'Odessa..	10	12,00	62,00	7.56	5,80	1,20
— *idem* deuxième qualité.......	8	12.10	70,84	4.90	4.60	
— de service dite de seconde....	12	7,30	72,00	5,42	3,30	
— des boulangers de Paris......	10	10.20	72,80	4,20	2,80	
— des hospices deuxième qualité.	8	10,30	71,20	4,80	3,60	
— *idem* troisième qualité......	12	9,02	67,78	4,80	4,60	

Ces nombres, qui affectent les caractères d'une certaine précision, ne se présenteraient pas deux fois sur cent analyses de la même farine, exécutées exactement d'après les procédés de Vauquelin. En pratique, ils ne doivent être considérés que comme des évaluations approximatives; en théorie scientifique, ils n'ont aucune valeur. L'*humidité* ne représente nullement la quantité d'eau étrangère à la constitution chimique des éléments de la farine. Le *gluten* a emprisonné de l'amidon et un peu de tout dans son tissu. L'*amidon* a emporté, en se précipitant, du gluten et de tout le reste. La matière *gommo-glutineuse* est un mélange de gluten, tenant en suspension ou en dissolution de la gomme, du sucre, de l'huile, et des téguments de la fécule. La *matière sucrée* n'est pas seulement du sucre, mais elle est un peu de tout, et elle revient à l'*extrait gommeux et sucré* de Proust, et au *sucre gommeux* de Vogel; autant aurait-il valu réunir, sous la même dénomination, la 4[e] et la 5[e] colonne.

Zenneck a donné une analyse comparative du *Triticum monococcon*; il a trouvé dans :

	La farine non tamisée.	Farine tamisée,
Gluten et album. végétale. .	16,334	15,536
Amidon	64,838	76,459
Gomme, sucre et extrait. .	11,347	7,198
Enveloppes.	7,481	0,807

Nous aurons lieu plus bas de donner un exemple plus saillant encore du bonheur avec lequel l'auteur aborde les décimales; nous nous contenterons de faire remarquer que l'article qui comprend gomme, sucre et extrait, aurait pu fournir une liste de produits un peu plus longue. Berzélius ne conçoit pas comment, par le tamisage, il a pu disparaître des quantités aussi grandes de gluten, d'albumine et de matière extractive; cela est pourtant bien facile à concevoir aux yeux de ceux qui auront jeté le plus léger coup d'œil sur ce qui précède : le gluten étant un tissu se brise, à sec, en parcelles de divers diamètre, mais qui peuvent être d'une plus grande dimension que le grain d'amidon; ces parcelles resteront donc sur le tamis, dont les mailles livreront passage à la fécule; après le tamisage, on trouvera donc une plus grande proportion de fécule et une moindre proportion de gluten. Mais le gluten ne s'isole pas, par la mouture, de ce qui adhérait à ses parois, pendant qu'il élaborait sous forme de tissu; le sucre et la gomme ne s'en détacheront donc pas comme la fécule, et il en retiendra toujours avec lui de grandes quantités, qui le suivront à travers le tamis. L'extrait résineux appartenant au péricarpe et à l'embryon, restera sur le tamis avec ces deux ordres de substances; tout cela ne demande pas une longue théorie pour être facile à concevoir.

1332. Avoine. —Vogel en a trouvé la farine composée de :

Fécule.	59
Albumine	4,50
Gomme	2,50
Sucre et principe amer.	8,25
Huile grasse	2
Sels, quantité indéterminée.	

L'*albuminé végétale* équivaut ici au gluten; car Davy trouve, lui, 6 pour 100 de gluten dans la farine d'avoine. Dans la farine analysée par Vogel, le gluten s'est montré dissous par un acide; il s'est montré malaxable dans la farine analysée par Davy. Quel singulier amalgame qu'une quantité élémentaire qui porte en titre *sucre et principe amer*, deux produits que le palais des gourmets aurait de la peine à découvrir ensemble! Quelle plus singulière méthode, que celle qui s'applique à préciser des nombres, pour en laisser 24 sur 100 à une quantité indéterminée de sels!

1333. SEIGLE. — D'après Einhoff, 3840 parties de seigle se composeraient de :

Enveloppe	930
Humidité	390
Farine	2520

Mais il serait impossible d'éliminer toute l'humidité étrangère au grain, sans désorganiser la majeure partie des tissus de la semence; et, par les procédés de mouture, il serait impossible d'obtenir séparément toute la partie corticale, que l'auteur désigne sous le nom d'enveloppe, et qui revient à ce que l'on appelle ordinairement son. Nous avons déjà eu l'occasion de remarquer combien il s'en trouve dans les farines les plus pures (1322).

D'après le même auteur, la même quantité de farine contiendrait :

Albumine	126
Gluten non desséché	364
Mucilage	426
Amidon.	2345
Sucre	126
Enveloppe	245
Perte.	208

L'albumine et le mucilage sont des doubles emplois plus ou moins impurs du gluten ; les débris de l'enveloppe ne sont pas tous dans la quantité signalée ; le gluten, le mucilage et l'albumine végétale en renferment certainement des proportions, qu'avec des procédés un peu plus délicats on aurait pu constater assez facilement.

1333. Nous ne joindrons pas à ces détails l'analyse du *seigle ergoté*, qui n'est plus une semence, mais un développement fongueux de l'ovaire ; car il nous serait impossible de nous reconnaître dans le luxe des chiffres et des dénominations arbitraires, avec lesquelles les auteurs composent, dans leur cabinet, la liste des produits qu'ils attribuent à la nature.

1334. ORGE.—Einhoff a établi que l'orge mûre se compose de :

Eau	11,20
Enveloppe ou son	18,75
Farine.	70,05
	100,00

Que 100 parties de farine se composent de :

Eau	9,37
Amidon et gluten réunis	67,18
Fibre mêlée à du gluten et de l'amid.	7,29
Albumine végétale coagulée par la chaleur	1,15
Gluten dissous	3,52
Sucre.	5,21
Gomme	4,62
Phosphate de chaux	0,24
Perte	1,42
	100,00

Fourcroy et Vauquelin avaient trouvé 1 pour 100 de l'huile volatile des liqueurs fermentées, en laissant la farine en digestion dans une grande quantité d'alcool, qui se colorait en

jaune, et dissolvait en même temps 7 pour 100 de sucre. Cette huile ne figure point dans l'analyse d'Einhoff. Mais la résine du son ne figure ni dans l'un ni dans l'autre.

Le gluten dissous ne diffère de l'albumine coagulée qu'en ce que les sels, qui ont neutralisé le dissolvant acide de celle-ci, n'ont pas existé dans le liquide, pour neutraliser la quantité d'acide qui servait à dissoudre le premier.

Ces deux substances ne diffèrent du gluten mentionné dans le deuxième et le troisième chiffre, que parce que l'acide, qui servait de dissolvant à l'albumine prétendue et au gluten dissous, n'était pas assez abondant pour dissoudre le gluten insoluble.

Le gluten n'étant pas malaxable dans l'orge, il est difficile d'en établir, même approximativement, les proportions, et il doit se précipiter à l'égal de l'amidon. Mais, par le procédé des amidonniers, la fermentation développant un acide capable de dissoudre toutes les substances de la farine autres que l'amidon, on parviendra approximativement à connaître les proportions de l'amidon et du gluten, par le poids de la première substance que son insolubilité permettra d'obtenir, au moyen des lavages, à un état suffisant de pureté ; car, en défalquant du poids total de la farine, la quantité de sucre et de gomme qu'on aura recueillie à froid, et la quantité d'amidon qu'on aura extraite par la fermentation, le restant pourra représenter approximativement la quantité de substance glutineuse qui entrait dans la composition de la farine.

1335. Riz. — Le riz nous arrive, après avoir été soumis aux procédés de décorticage, dont les chocs ont fait tomber l'embryon et les premières couches du péricarpe; le gluten n'en est pas malaxable ; aussi joue-t-il, dans les analyses exécutées d'après l'ancienne méthode, le rôle d'un protée qui prend toutes les formes et reçoit différents noms. La fécule provenant de la semence écrasée, se présente, au microscope, anguleuse et à facettes, ce qui indique qu'elle a subi dans

la semence une grande compression, que les grains y adhéraient fortement ensemble, et partant doivent avoir été grandement endommagés par la mouture. Au grossissement de 350 du microscope double, ils ont une grandeur apparente de 4 millimètres, ce qui donnerait pour leur grandeur réelle $\frac{1}{90}$ environ de millimètre ; mais au grossissement de 100 diamètres de mon ancien microscope (1007), leur grandeur réelle serait moindre encore.

1336. Braconnot ayant analysé comparativement le riz de la Caroline et celui du Piémont, a trouvé :

	Dans le riz de la Caroline. Grammes.	Dans le riz du Piémont. Grammes.
Eau	5,00	7,00
Amidon	85,07	83,80
Parenchyme	4,80	4,80
Matière végéto-animale	3,60	3,60
Matière gommeuse voisine de l'amidon	0,71	0,10
Huile	0,13	0,25
Phosphate de chaux	0,40	0,40
Chlorure de potassium et phosphate de potasse, acide acétique, sel végétal à base de chaux, sel végétal à base de potasse, soufre : des traces.		

1337. D'après Vogel, le riz ordinaire contiendrait :

Fécule	96,00
Sucre	1,00
Huile grasse	1,50
Albumine	0,20
Sels, quantité indéterminée.	

Vauquelin n'a pas rencontré de matière animale dans le riz.

1338. L'albumine de Vogel est une fraction de la matière végéto-animale de Braconnot, et cette expression équivaut à matière azotée dissoute par l'acide acétique. La matière gommeuse, voisine de l'amidon de Braconnot, n'est que la substance soluble de l'amidon lui-même, mise à nu par le broiement et la mouture du riz. Quant à l'amidon, dont le chiffre varie si largement dans les deux analyses, c'est un mélange d'amidon et du gluten non malaxable, qui se précipite avec l'amidon. Enfin, cette quantité variera à chaque analyse, selon qu'on différera plus ou moins d'isoler les produits, et selon qu'ils resteront soumis plus ou moins long-temps à la température ordinaire; car, en été, le moindre retard suffira pour développer, dans le mélange, de l'acide acétique, qui dissoudra en plus ou moins grande quantité le parenchyme glutineux, et l'associera ainsi, soit au sucre, soit à l'huile, soit à la substance soluble de l'amidon.

1339. Farine de sarrasin (1034). — D'après Zenneck, elle se composerait de :

Fibre végétale.	26,9451
Fécule	52,2954
Gluten	10,4734
Albumine	0,2272
Matière extractive oxigénée. . . .	2,5378
Matière extractive avec sucre . .	3,0681
Gomme avec mucilage	2,8030
Résine	0,3636
Perte.	1,2884
	100,0000

Cette analyse date de 1830 ! Ce luxe de décimales a des prétentions au moins outrecuidantes; nos auteurs français n'avaient pas porté, en analyse végétale, leurs prétentions si

haut. La fibre végétale, c'est le péricarpe et le test, qui n'est rien moins que fibreux. La résine provient des débris les plus fins de ce son échappé au tamisage ; l'albumine n'est autre qu'une dissolution du gluten ; mais qui pourrait nous dire ce que c'est que la gomme avec mucilage, la matière extractive oxigénée et la matière extractive avec sucre ? Il y a là de l'étoffe pour tailler vingt substances de plus ; et il nous semble que, quand on affronte avec tant de hardiesse les décimales, il y a par trop de modestie à reculer devant le nombre des produits.

1340. Pois, haricots, fèves, etc. (1020). — Les légumineuses offrent une composition analogue à celle des céréales, en ce que, dans leurs cotylédons, elles possèdent abondamment de la fécule et du gluten ; mais celui-ci y prend différents caractères, selon que, pendant la durée de la germination et de la manipulation, il se développe un acide plus ou moins abondant. Aussi chez les unes le gluten se trouve-t-il malaxable, chez les autres est-il en suspension et non susceptible d'être malaxé ; enfin chez d'autres, se présente-t-il au microscope, sous forme de globules oléagineux (1285), qui se coagulent et s'agglomèrent entre eux par la présence d'un alcali ; il prend alors, selon l'inspiration des auteurs, les noms de gluten, matière végéto-animale, albumine, mucilage, etc. Cette considération nous dispense de faire suivre les analyses suivantes, par de plus amples développements.

1341. D'après Einhoff, on trouverait :

	Dans les pois.	Dans les fèves,
Matière soluble . . .	540	600
Amidon	1265	1312
Matière végéto-animale .	559	417
Albumine	66	31
Sucre	81	0
Mucilage	249	177
Matière amylacée fibreuse et enveloppe . . .	840	996
Extractif soluble dans l'alcool.	0	136
Sels.	11	37,5
Perte.	229	133,5
	3840	3840,0

1342. D'après Braconnot (1282), l'analyse des haricots présente :

Eau.	23,00
Amidon.	42,34
Gluten. . . . , ...	18,20
Substance nitrogénée gommoïde . .	5,36
Acide pectique.	1,50
Graisse jaune.	0,70
Sucre.	0,20
Phosphate et carbonate de chaux et de potasse.	1,00
Fibrine amylacée	0,70
Enveloppes	7,00
	100,00

1343. Il nous semble que l'emploi de quelques gouttes d'ammoniaque restituerait au gluten de certaines semences farineuses, la ductilité et le collant qui le distingue chez les céréales, et que, chez d'autres graines, l'imprégnation de la

farine avec une certaine quantité d'huile fixe, rendrait cette substance glutineuse susceptible d'être recueillie par la malaxation.

1344. Conclusion. — En résumé, sous le rapport scientifique, ces analyses sont pires que des erreurs de calcul, ce sont des erreurs de méthode. En pratique et dans l'intérêt de la fabrication, elles ne sauraient fournir une seule donnée susceptible d'être généralisée. La composition des semences variant selon le climat, la nature du sol, et les procédés de culture, c'est à l'industriel à chercher, dans les analyses de son fait, les bases d'une appréciation utile; mais qu'il procède à l'analyse, en suivant la ligne tracée par la nouvelle méthode, s'il veut se rendre compte des anomalies, et ne manipuler qu'en connaissance de cause. Quant à l'homme de science, il est, je crois, inutile de lui faire observer aujourd'hui qu'on ne saurait désormais poursuivre l'étude des semences, d'une manière utile à la philosophie de la science, que par l'alliance de l'anatomie, de la chimie et de la physiologie; tout divorce entre ces trois sciences mène à l'absurde, en menant à la confusion.

1° *Influence de la culture sur la richesse du périsperme des céréales.*

1345. Les graines féculo-glutineuses sont d'autant plus riches en farine, que leur périsperme est plus dur, moins cotonneux et plus corné; la substance de cet organe ressemble alors à un fragment d'agate; tels sont spécialement les blés d'Odessa. Dans les terrains moins favorisés par la culture et par le climat, le périsperme est blanc, cotonneux à l'œil, friable sous les doigts, cloisonné par des crevasses assez volumineuses. A volume égal et à forme égale, cette dernière sorte de grains doit être moins riche en farine que la première, et doit avoir un poids d'autant moindre, que les différences en-

tre les deux sortes de grains seront plus tranchées. Aussi voit-on les céréales varier de volume et de poids, selon qu'elles ont été cultivées dans un sol plus ou moins riche, sous un climat plus ou moins chaud, et que la saison a été plus ou moins favorable. Nous en avons un exemple frappant dans les environs de Paris. Les blés de la plaine gypseuse de Saint-Denis, en effet, ne pèsent en moyenne que 68 kilogr. l'hectolitre, tandis que les céréales de même nom venues dans les plaines argilo-calcaires de Vaugirard, pèsent en moyenne 75 kilogr. l'hectolitre; différence entre les deux : 7 kilogr.

1346. La différence de poids, entre les diverses espèces botaniques de céréales, provient encore des différences de leurs configurations respectives. La forme des grains, chez les unes, est telle, qu'il reste de plus larges lacunes, dans l'interstice de chacun d'eux. Les poils qui hérissent leur surface sont plus longs ou plus touffus chez ceux-ci que chez ceux-là, et tiennent par conséquent les grains à une plus grande distance. D'autres, comme l'avoine et l'orge, sont emprisonnés dans la double paillette, qui les enveloppe, comme une espèce de cornet, et qui diminue d'autant, par sa présence, le poids de la masse.

1347. De là vient que la moyenne en poids, de l'hectolitre des céréales et semences farineuses, a été trouvé en France :

Pour le froment.	de 75 kilog.
le méteil (froment et seigle). .	72
le seigle.	70
l'orge.	64
l'avoine.	47
le sarrasin.	65
maïs et millet.	67
légumes secs.	78
menus grains.	76

1348. Dans l'état actuel de notre constitution atmosphérique, il paraît que les céréales peuvent dégénérer à l'infini

dans les mauvais sols, mais qu'en s'améliorant dans les terres qui leur conviennent, elles ne dépassent jamais une certaine limite, qui est restée la même depuis plus de trois mille ans. La culture a la puissance de multiplier les jets, les épis et les grains de l'épi, en sorte que l'hectare qui, là, sur un sol ingrat, ne produit que 4 hectolitres, en produira jusqu'à 36 sur un sol mieux constitué; mais elle ne saurait ajouter 1 millimètre de plus aux dimensions de la semence, une fois que celle-ci est arrivée à son antique maximum. Les céréales des tombeaux égyptiens, qui devaient certainement appartenir à la meilleure qualité du pays, ne diffèrent point sous ce rapport de nos meilleures espèces modernes (1035). Les Arabes avaient fondé sur ce fait une partie de leur système métrique: le doigt (mesure de longueur adoptée par ce peuple) se divisait en 6 grains d'orge placés sur le dos et l'embryon en dehors; leur grain d'orge équivalait à 31 millim. 33, ce qui est encore la dimension de notre céréale en largeur. La mesure du grain d'orge se divisait en 6 crins de chameau, qui ont encore aujourd'hui $\frac{1}{6}$ du grain d'orge (*).

2° *Théorie de la mouture des céréales.*

1349. La routine a presque seule appris tout ce que l'on sait et indiqué ce que l'on pratique en meunerie; c'est ce qui fait que cet art a marché si lentement dans la voie du progrès. A force d'essais et de tâtonnements, on a poussé assez loin aujourd'hui la perfection des procédés; mais on y serait arrivé bien plus tôt, et maintenant on irait encore bien plus vite en perfectionnements, si ceux qui s'appliquent à améliorer les machines et les procédés, se faisaient d'avance une idée exacte de la structure anatomique, et de la composition chimique des grains des céréales.

1350. La mouture, en effet, a pour but de séparer la farine

(*) *Métrologie ancienne et moderne* de Saigey, pag. 78.

de tous les corps, qui en altèrent la blancheur et la finesse. Pour arriver à ce résultat, il faut écraser le grain et le réduire en poudre, puis isoler, par le *tamisage* ou *blutage*, la farine à l'état de la plus grande pureté, vu que le pain est d'autant plus blanc, d'autant mieux levé, et partant d'une digestion d'autant plus facile, que la farine renferme moins de détritus étrangers à sa qualité. Nous avons vu (1228), que la farine des céréales résidait pure et sans mélange dans le périsperme, qui occupe presque toute la capacité du grain. Nous avons vu aussi que l'embryon et la portion corticale ou péricarpe n'en renferment pas un atome. Tout le secret de la mouture doit être d'attaquer ces trois ordres de substances, de manière que le tamis retienne les deux impures, et laisse passer l'autre dans son intégrité.

1351. Or, si le grain est broyé d'une telle force que le péricarpe et l'embryon soient divisés en parcelles aussi menues, aussi microscopiques que les parcelles périspermatiques, le tamis ne séparera rien, vu que ses mailles ne changeront pas de dimension avec la nature des substances, et qu'elles ne sont propres qu'à séparer des grandeurs. Le *son* passera alors avec la pure farine, de manière à ne pouvoir plus en être séparé. C'est pour cela qu'on a la précaution de tenir les meules écartées à une distance telle, que le grain crève pour ainsi dire en éclats, et ne soit pas pulvérisé en une fine poussière. De cette manière le péricarpe se divise en larges fragments, et reste, en qualité de son, au-dessus du *blutoir*, à travers les mailles duquel passe la farine. Mais il est des grains, tels que l'orge (1316), que cette précaution ne préserve pas d'un tel accident. Leur péricarpe se pulvérise comme le périsperme, par le choc seul des meules, et la farine en passe presque toute aussi bise que du son. Nous avons fait remarquer que cette différence d'effet tient à la différence du caractère botanique. Le grain de froment est, en effet, resté exposé à l'air et au soleil, hors de ses enveloppes. L'orge, au contraire, est intimement recouverte de ses

paillettes, qui adhèrent à la surface externe du péricarpe, comme un péricarpe de surcroît. D'où il advient que, chez le blé, le péricarpe plus dur, et plus consistant, forme une unité plus distincte du périsperme, que chez l'orge; et qu'il éclate par le choc en plus larges fragments.

1352. Si, dans la mouture du froment, l'on tient la *meule tournante* trop écartée de la *meule dormante*, on évite, il est vrai, la pulvérisation du péricarpe, mais on divise aussi le périsperme en fragments très gros, qui restent perdus et confondus avec le son sur le *bluteau*; on ne retire alors en farine qu'une quantité inférieure à celle que possédait le grain. Il a fallu bien des années, pour persuader aux consommateurs que ce *son* de rebut renfermait une bonne farine, qui, par un meilleur système, serait dans le cas d'être économisée. De là l'origine de la mouture économique, et de la fabrication des farines de *gruau* de *sassage*. L'étude anatomique de ce *son*, dès les premiers moments, aurait mis sur la voie du perfectionnement, et aurait porté la conviction dans les esprits les plus rebelles; on se serait assuré tout d'abord qu'à chaque parcelle de péricarpe, restait attachée une large plaque de la portion la plus externe et la plus dure du périsperme, qui restait ainsi sur la toile, faute d'avoir été pulvérisée. Aujourd'hui l'on remet sous la meule cette masse de gruaux, et l'on en retire, par une série assez nombreuse de tamisages à la main, vulgairement dits *sassages*, une farine supérieure du quart en valeur à la farine ordinaire. Le *blutage* mécanique ne saurait remplacer, dans cette opération, le *sassage* à la main; car il faut un certain tour de main et une certaine habitude, pour faire monter et tenir constamment à la surface, les petits fragments de son, qui passeraient avec la farine, si l'on n'imprimait pas au tamis un mouvement propre à les amener à la surface, par suite de leur légèreté spécifique.

1353. Le choc subi par le grain que broie la meule tournante ne saurait s'effectuer, sans dégager de la chaleur; et ce dégagement sera d'autant plus considérable que les deux

meules horizontales seront plus rapprochées, que la masse broyée sera plus épaisse et le frottement plus prolongé. Or, à un certain degré, cette élévation de température ne saurait manquer d'altérer la qualité de la farine; car le gluten se coagule, il devient rigide et perd son élasticité à la température de 100°. Ajoutez à cela, qu'un frottement trop prolongé, entre deux surfaces hérissées d'aspérités siliceuses, doit éventrer et déchirer un plus grand nombre de grains féculents. C'est là le double inconvénient qu'on est parvenu à éviter par l'introduction des *meules rayonnantes*, dites *meules à l'anglaise*.

1354. Les *meules* sont des pierres circulaires taillées dans les meulières siliceuses; les pierres calcaires seraient trop tendres pour ce frottement, et la farine ne manquerait pas d'être terreuse et craquante. L'une des deux, l'inférieure, est placée horizontalement et à demeure; l'autre au contraire du même diamètre, tourne sur son axe, parallèlement à celle-ci, à une distance que l'on peut diminuer ou augmenter à volonté. Si les deux surfaces qui sont en présence étaient unies et lisses, on conçoit que le grain roulerait entre elles sans se concasser, ou bien ne ferait que s'aplatir, sans se pulvériser; il passerait pour ainsi dire au laminoir. De là la nécessité de les piquer assez souvent au marteau, pour les recouvrir d'aspérités aiguës, lorsque leur surface commence à s'user au frottement. Ces aspérités font, dans leur mouvement de rotation, l'office d'autant de petits marteaux, qui concassent d'un choc, et n'écrasent pas de leur poids; qui brisent plus vite et échauffent moins par le frottement; car les grains une fois concassés, peuvent se refroidir d'autant, en se logeant dans les intervalles. Le rayonnement des meules, en augmentant la puissance du choc et la largeur des interstices, a permis de diminuer le diamètre des *meules*, et d'en augmenter la vitesse, sans échauffer autant le grain; ajoutez à cet avantage, que par ce moyen, les grains étant concassés d'un coup plus brusque, le son se subdivise en plus larges fragments, et que partant la farine passe plus blanche au

blutage. Ces meules se nomment rayonnantes, et ne diffèrent des meules ordinaires, qu'en ce qu'au lieu d'être *piquetées* au hasard, elles sont creusées de sillons qui rayonnent et s'élargissent du centre à la circonférence; les rayons en sont taillés en biseau. Il est facile de concevoir que sous un appareil semblable, le grain est moins broyé et moins échauffé par le frottement; que le son casse et ne se pulvérise pas, et qu'ainsi la farine qui se pulvérise au moindre effort, passe à travers les mailles du bluteau, pure du son que l'autre système pulvérisait en grande quantité, tout aussi finement qu'elle.

Dans la belle usine de Gaume, à Mouroux, près Coulommiers, nous avons constaté, l'été de 1834, que par la mouture à l'anglaise, la farine arrive dans le sac qui la recueille au sortir des meules, avec la température de 35° centigrades.

1355. La *mouture* dite à *l'anglaise* l'emporte donc, par deux avantages importants, sur la mouture ordinaire, en ce que le *son* et l'*embryon* n'y sont point pulvérisés, mais concassés en larges fragments, et que par conséquent il en passe moins dans le *blutage*, et en ce que la farine supporte une moins grande élévation de température; ce qui donne nécessairement une farine plus blanche et qui a plus de corps (1318).

1356. Mais ce n'est pas là que la prévoyance de la pratique s'est arrêtée. Avant de perfectionner la mouture, il était de toute raison de perfectionner le *vannage;* car avant de réduire les céréales en farine, il faut être sûr qu'il n'entrera dans la farine que la substance des céréales. Le *tarare* et le *ventilateur* produisent ce résultat à un degré de perfection, dont le travail à la main n'aurait jamais pu approcher. Du faîte de l'établissement, le grain descend, sous le souffle d'un ventilateur à volant, qui chasse au loin tout ce qui est plus léger que lui; il passe d'étage en étage, sur des cribles de tôle, dont les uns retiennent tout ce qui est plus gros que lui, et les autres laissent passer tout ce qui est d'un plus pe-

tit diamètre, et qui tous, dans leurs mouvements de va et vient, ajoutent encore à la puissance du choc, pour dépouiller le grain, des poils qui adhèrent à la sommité de l'épiderme, et de toute la portion de l'épiderme qui ne tient à rien. Quand le grain est aussi peu mélangé que s'il avait été trié à la main, et aussi lisse qu'un gravier roulé, il est déversé, par une trémie, sur le centre de la meule tournante, qui, creusée en forme d'entonnoir, l'éparpille entre les deux meules, où il s'écrase en farine.

1357. Il est évident qu'à la suite de toutes ces précautions, si la farine est *piquetée*, elle ne saurait l'être que par le son ou l'embryon. Si l'on s'est pénétré de ce que nous avons dit sur la structure des grains et surtout du grain de blé (1308), on concevra que plus le grain tombera de haut, et plus il perdra d'impuretés dans sa chute, que plus le ventilateur soufflera fort, moins avec le grain il passera de la poussière et des débris qui se sont détachés de sa surface; qu'enfin plus le frottement sera énergique, et plus le grain se dépouillera de tout ce qui est dans le cas de piqueter la farine.

1358. Mais alors toute l'attention du meunier devra se porter sur le moyen de séparer la partie corticale, le péricarpe (1302) en plus larges fragments, afin qu'il passe moins de son dans le *blutage* (*). Outre les procédés de mouture qui favorisent ce résultat, et dont nous avons parlé plus haut, on le réalise encore par une préparation fort usitée, surtout dans le midi de la France, et dont on s'était peu rendu raison jusqu'à ce jour. Les habitants du Midi ne jettent jamais le grain à la meule, sans l'avoir passé à l'eau, pour en enlever à l'écumoire tout ce qui surnage à la surface; les meuniers du pays ne voient pas d'autres effets dans cette opération; mais les meuniers du Nord se sont convaincus, par une observation mieux raisonnée, que ce lavage contribue à la blancheur de

(*) Le *bluteau* est un tamis cylindrique, dont la toile augmente de finesse, à mesure qu'on se propose d'obtenir une farine plus pure de son.

la farine; en voici la raison : Tout le monde sait qu'un tissu végétal se réduit d'autant plus facilement en poussière, et en une poussière d'autant plus fine, qu'il a été soumis à une plus longue dessiccation. Le péricarpe des céréales donnera donc un son d'autant plus poudreux qu'il sera plus sec, et la farine de froment pourrait paraître en certains cas, par ce moyen, de la farine d'orge ordinaire (1318). En imprégnant donc le péricarpe d'une quantité d'humidité telle que, sans en être ramolli, il en devienne plus consistant, il est évident qu'il cassera sous la meule en plus larges plaques, que le *bluteau* retiendra de cette façon toutes ensemble au passage. Or, un simple lavage ordinaire est dans le cas de communiquer cette qualité aux grains, et par conséquent la farine doit résulter plus blanche de cette opération préparatoire. Quelques meuniers des environs de la capitale exposent leurs grains à la vapeur d'eau, ce qui doit contribuer à rendre l'imprégnation plus prompte et plus énergique.

1359. En résumé, nettoyer les grains de tout ce qui se trouve mélangé à eux, ou de tout ce qui adhère à leur surface; les soumettre à un système de meules qui pulvérisent d'un choc la farine et brisent en éclats le péricarpe et l'embryon; *bluter* de manière que la farine seule passe à travers les mailles de l'*étamine*; c'est là le canevas de cette longue série d'opérations, que l'on désigne sous le nom de *mouture*.

1360. MOUTURE PAR LE PERLAGE. — Depuis la publication de mon travail sur l'*hordéine* (*), j'avais soupçonné qu'il serait possible de ramener la série de ces procédés si ingénieusement compliqués, à une formule pratique beaucoup plus simple, et d'obtenir ainsi, à moins de frais, une farine de plus belle qualité; et cette opinion était fondée sur ce que m'avait appris le *perlage* de l'orge (1317). En effet, la farine de l'orge ordinaire est presque inséparable du son; elle en est

(*) *Mém. du Mus. d'hist. nat.*, tom. XVI, 1827.

bise, tant le péricarpe s'est brisé en fragments microscopiques. La farine que j'obtenais au contraire avec *l'orge perlé*, est aussi blanche que la plus belle farine de *gruau de sassage*. Or, le *perlage* de *l'orge* dépouille le périsperme de tout l'embryon, et de toute la surface corticale, de tout le péricarpe enfin, à l'exception d'une faible fraction de la nervure, qui est logée dans la rainure du grain, nervure qui sous la meule se détache d'un bloc, et partant ne passe pas avec la fine farine. En soumettant préalablement au *perlage* le blé, au lieu de l'orge, on obtiendrait donc d'un seul coup par la mouture, une farine bien plus pure que les procédés les plus riches ne seraient dans le cas de nous la donner; car la meule n'aurait plus rien à écraser qui ne fût de la fine farine, puisqu'elle n'aurait à écraser que le périsperme du grain.

1361. Le *perlage* de l'orge s'opère au moyen de petites meules horizontales de grès ou de bois, ayant environ 18 pouces de diamètre, 4 pouces d'épaisseur, et tournant sur leur axe 400 fois par minute. Chacune d'elles est enveloppée d'une chemise de tôle qui est criblée de trous comme une râpe, les bavures des trous tournées en dedans; il existe, entre les côtés de la meule et ceux de la tôle, un intervalle d'un demi-pouce environ. Au sortir du *tarare*, les grains d'orge tombent par une trémie, sur la surface supérieure de la meule, qui, en vertu de son mouvement de rotation, les lance vers la circonférence, où ils sont usés alternativement contre les surfaces verticales de la meule et de la tôle; ils se *perlent* et s'arrondissent ainsi en boules, comme le font les billes de marbre. Le déchet s'échappe en dehors, et quand on voit que les grains sont assez usés et n'offrent qu'une surface blanche sur toute leur périphérie, on les fait sortir par une soupape, pour les remplacer par une nouvelle quantité d'orge non perlé.

1362. On serait porté à croire qu'un frottement aussi rapide dégage une chaleur considérable, et qui serait dans le cas d'altérer la qualité du grain. Cependant, ainsi que nous

l'avons constaté dans l'usine de *perlage d'orge* de Pepin et Collé, à Lagny, en 1834, le thermomètre plongé dans le tas de perles, au sortir de la soupape, dépasse à peine 33° centig., température inférieure encore à celle que nous avons constatée sur la farine, au sortir de la *meule à l'anglaise* (1354). L'orge ainsi perlé se verse dans le commerce comme médicament. Mais en le réduisant en farine, on distinguerait difficilement celle-ci de la plus belle farine de froment; on ne s'en apercevrait qu'au pétrissage, le gluten de l'orge n'étant nullement ductile et susceptible de malaxation; et nous ne serions pas éloigné de croire que la fraude se soit emparée de nos premières révélations, pour remplacer, dans la sophistication des farines, la fécule de pomme de terre qui vaut 24 fr. les 100 kilogr., par la farine d'orge perlé, grain dont le prix s'élèverait à peine à 18 fr.

1363. Quoi qu'il en soit, en soumettant le blé à l'opération du perlage, la mouture des farines de luxe présenterait encore un large bénéfice, même alors qu'on ne pousserait pas le perlage à un point de perfection aussi élevé; et l'on obtiendrait en trois opérations une farine, qui rivaliserait avec la plus belle de celles que l'on fabrique par le *sassage* à la main; ces trois opérations seraient de *perler*, de *moudre* et de *bluter*, sauf à remettre les gruaux sous la meule, pour les réduire en plus fine farine. Ici le tarare serait inutile, puisque le *perlage*, en enlevant le plus, enlèverait à plus forte raison le moins, et qu'en plaçant sous la soupape un crible d'une certaine structure, les *perles* ayant acquis un égal diamètre, s'épureraient en passant de tout ce qui ne serait pas elles. Ces prévisions se sont amplement réalisées par les expériences que nous entreprîmes, en 1834, à l'usine de Lagny; dès les premiers blutages, les garçons meuniers avouèrent n'avoir jamais vu une farine d'une plus belle qualité; les boulangers la prirent pour une farine de *gruau de sassage*, et n'y découvrirent pas la moindre différence, les deux espèces sous les yeux. Cette farine pourtant n'avait pas été

obtenue par des procédés plus délicats, que ceux de la *mouture à la grosse* ou *mouture bourgeoise*; elle avait été blutée assez grossièrement.

1364. Il est vrai que le grain ne se perle qu'au détriment d'une portion de sa substance, et que cette portion est d'autant plus considérable, qu'on vise davantage à perler en boules sphériques. Sous le rapport du volume, notre *blé perlé* était au blé entier dans le rapport de 10 : 12, c'est-à-dire que le blé avait perdu, en se perlant, environ $\frac{1}{6}$ de son volume. Mais il avait augmenté en poids dans la proportion de 9,6 : 10, en sorte que l'hectolitre du blé perlé aurait pesé 78 kilogr., celui du blé entier étant de 75 kilogr. Ce qui se conçoit, puisque le perlage le dépouille des poils de l'épiderme et du péricarpe, et qu'en l'arrondissant il occasionne de moindres intervalles entre les grains (1346). La perte, comme on le voit, n'était pas si grande, puisqu'elle n'était prise qu'aux dépens de l'embryon et de la portion corticale, qui forment le son dans la mouture. Mais il ne serait pas nécessaire de perler le blé destiné à la farine, aussi fort que l'orge destinée à être versée, sous forme de boulettes *perlées*, dans le commerce des drogues; et la farine n'en serait pas moins belle, alors que la surface du grain n'en serait usée que par compartiments. Car il est certain que le perlage aurait attaqué avant tout, toutes les portions du péricarpe susceptibles de s'émietter d'une manière un peu trop fine; d'où il arriverait que toutes les portions du péricarpe qui auraient résisté aux aspérités du perlage, éclateraient en larges fragments sous la meule tournante, et resteraient partant sur l'étamine, au *blutage*.

1365. Or, pour atteindre ce premier degré de *perlage*, il ne serait pas besoin d'un appareil particulier propre à perler; il suffirait d'écarter la meule tournante ordinaire, assez pour que le grain n'en fût que roulé sur lui-même, et usé à la surface, au lieu d'être écrasé; on vannerait ensuite les grains, avant de les remettre à la meule. Au reste, on arriverait au même résultat, en faisant ressortir du côté du grain, les bavures

des trous du tarare en tôle, et en projetant fortement et de haut les grains sur cette surface raboteuse, de manière que le grain sortît à demi écorcé de cette opération ; le ventilateur le délivrerait de la poussière, du son et des balles qui peuvent l'accompagner (*).

1366. NOUVEAU PROCÉDÉ DE MOUTURE. — Enfin, si le *perçage* continuait à offrir dans la pratique la supériorité d'économie, qu'indique la théorie, et que nous avons constatée par l'expérience, nous proposerions une modification, qui réduirait les machines et les opérations à la moindre échelle possible. Les meules seraient supprimées d'un seul coup. Soit, en effet, un cylindre oblique sur son axe, en tôle criblée de trous à bavures tournées en dedans, et recevant par une de ses extrémités le grain vanné, qu'il pourrait rendre par l'ouverture de l'extrémité opposée. Que ce cylindre tourne dans un *bluteau* cylindrique, destiné à recevoir le son, à mesure qu'il tombe des trous du cylindre *décorticateur*, et qui, après en avoir séparé la farine par le tamisage, le rejette au dehors. Si l'on imprime un rapide mouvement de rotation au cylindre *décorticateur*, les grains lancés de parois en parois, ne manqueront pas de s'user à la surface, et de se défaire subitement de tout leur embryon, et plus ou moins lentement de toute leur portion corticale. Lorsqu'on jugera que cet effet est produit, qu'on permette au grain de couler de ce cylindre dans un second de même structure et obéissant au même mouvement, également revêtu comme d'une chemise par un *bluteau* à mailles fines. Ici le grain ne se décortiquera plus de son péricarpe et de son embryon, mais bien de la couche la plus externe de son périsperme, puis après celle-ci de la couche suivante, puis après celle-ci de la suivante, et ainsi de suite, jusqu'à ce que les dents de cette râpe ne trouvent plus à mordre sur les petits gruaux, qui passeront à travers les

(*) Voy. le Réformateur, *Bullet. scient. et industriel*, n° 337.

trons, et iront s'arrêter sur l'étamine du bluteau, lequel les rejettera en *gruaux* au dehors, comme le premier bluteau avait rejeté le son. Afin de réduire ces gruaux en farine, on les soumettra à une meule conique tournant sur son axe horizontalement, à la circonférence d'une meule dormante, c'est à-dire qu'on les concassera, au lieu de les moudre; ce qui suffira pour les réduire en farine sans trop les échauffer, à moins qu'on ne désire les conserver sous cette forme, pour semoule. Le cylindre *pulvérisateur*, si je puis le désigner de la sorte, pourra être garni à l'intérieur d'aspérités plus nombreuses et plus dentées, que ne le seraient les bavures des trous du cylindre *décorticateur*. Ce serait à l'expérience directe éclairée par l'observation physiologique, à indiquer toutes les modifications accessoires; mais on comprendra facilement que le second cylindre ne donnerait que de la farine pure de son, et que le premier donnerait déjà une farine fine, outre le son; quant à nous, c'est le système de mouture que nous adopterions hardiment et sans aucune crainte, si nous avions à nous occuper de cette fabrication, qui aujourd'hui s'est compliquée d'une manière si ingénieuse, mais qui cependant laisse encore tant à désirer.

1367. Il y a quelques années, on annonça dans les journaux, un nouveau système de mouture, fondé sur la verticalité de la roue tournante, c'est-à-dire que le grain s'y serait moulu au passage et en tombant, comme dans nos petits moulins à café. Je ne sais pas si l'on a réalisé en grand cette idée; mais elle nous paraît inexacte, en ce que bien des grains ou de grosses fractions de grains auraient passé sans mouture, en obéissant à leur propre poids, et que si, pour les empêcher de tomber, on avait un peu trop rapproché la roue des parois *dormantes*, on aurait nécessairement moulu le son aussi fin que la farine. Nous avons perdu de vue l'issue de ces premiers essais.

1368. PERLAGE DES GRAINS AVARIÉS.—Quoi qu'il en soit,

et en nous servant des appareils actuels de perlage, il est une circonstance grave, où ce procédé est dans le cas de rendre un éminent service au commerce du blé; c'est lorsque la cargaison est tombée à l'eau et y a séjourné assez pour germer, ou bien lorsque les *gerbiers* ont été exposés à une température trop long-temps humide, qui en a fait germer les grains dans l'épi. Ces sortes de grains ainsi avariés ne servent jamais plus à faire de la farine. On les consacre exclusivement à la fabrication de la bière ou de l'amidon. Mais ces grains ne donnent pas une bière aussi estimée que celle de l'orge, et leur conversion en amidon est déjà un déchet. Au moyen du perlage, on pourra en retirer presque la même quantité de farine que des grains non avariés. En voici la raison : L'embryon, ainsi que nous l'avons déjà fait observer (1300), se trouve chez les céréales, plaqué à la base du périsperme, et déborde au dehors par une hernie, qui permet au moindre choc de l'en détacher. Lorsqu'il est soumis à des circonstances favorables, la plumule et la radicule sortent de ce point à l'opposé l'une de l'autre; mais l'anatomie chimique indique que la couche du périsperme seule, contre laquelle l'embryon est adossé, a été décomposée par l'élaboration de la germination; là tous les grains de fécule ont éclaté (886) et leurs téguments nagent dans un liquide laiteux et imprégné d'acide acétique (978). Si la germination continue, ce genre d'élaboration, cette fermentation acide et nutritive gagne de proche en proche le périsperme, et décompose de proche en proche l'amidon. Ainsi, dans les premiers instants de la germination, la perte n'est pas encore fort grande; tout est sain dans la graine, à l'exception de la couche qui recouvre le cotylédon, et de l'embryon qui a perdu, dès ce moment, son goût de noisette, pour prendre un goût d'amertume, un goût nauséabond qui ne manquerait pas d'altérer celui qu'on recherche dans la farine; ce qui faisait que dans l'ancien système, ces grains en pleine germination étaient jugés perdus pour la mouture. Mais il n'en sera pas

ainsi, en adoptant le système du *perlage*. En effet, qu'on se hâte de retirer ces grains de l'eau et de les exposer à l'air qui dessèche, au grand jour et à la lumière qui étouffent la germination ; qu'on les étende, en couches de la plus mince épaisseur sur la surface de l'aire, ou sur le sol d'un séchoir ou d'une étuve (1066) ; et quand ils auront repris leur première consistance, et que le germe se sera desséché, qu'on les jette dans la trémie des meules à perler ; si on les retire de là, une fois que le premier choc en aura détaché l'embryon, la farine qu'on en obtiendra par l'une ou l'autre mouture, sera d'aussi bonne qualité que toute autre farine de ce genre de céréales, pourvu qu'on ait la précaution d'enlever préalablement, par le vannage ou le tarare, toute la paille formée par le germe desséché.

1369. Produits de la mouture. — Par le perlage on ne retirerait qu'une seule qualité de son, et une seule qualité de farine, qui serait supérieure aux premières qualités ordinaires. En effet, par le *perlage* on attaquerait le son à part la farine, ensuite le périsperme dépouillé de son péricarpe, et ne pouvant plus donner que de la farine, sans aucune trace de son. Il n'en est pas de même des autres systèmes de mouture. Les fragments du péricarpe ou ceux du périsperme et ceux de l'embryon, se trouvant pêle-mêle et confondus entre eux à chaque opération, il est évident qu'on ne saurait jamais obtenir l'un tout-à-fait exempt des débris de l'autre ; aussi remarque-t-on que plus les opérations sont nombreuses, et plus les qualités de farine augmentent en nombre à leur tour ; et le déchet augmente en proportion de la perfection des procédés. Par exemple, le déchet du blé est dans certains pays, de 1 $\frac{1}{2}$ pour 0/0 par la mouture brute ou à la grosse, de 2 pour 0/0 par la mouture bourgeoise, et de 3 pour 0/0 par la mouture économique la plus perfectionnée des trois. Il est, pour le seigle, de 2 pour 0/0 dans le premier cas, de 2 $\frac{1}{2}$ dans le second, de 3 $\frac{1}{4}$ à 3 $\frac{1}{2}$ pour 0/0 dans le troisième. Dans d'autres usines il va jusqu'à 4 pour 0/0.

1370. Le déchet provient en effet de la quantité qui s'attache aux surfaces, de celle qui tombe sur le sol, et surtout de la partie la plus pure de la farine, que sa grande ténuité fait monter dans l'atmosphère à la moindre secousse, et qui se perd ainsi, par ce que les meuniers désignent sous le nom *d'évaporation*, synonyme de ce que nous avons appelé *suspension* (27). Or, la quantité de cette évaporation doit varier nécessairement, selon que l'usine est plus ou moins bien tenue, et que les appareils ferment plus ou moins bien. Nous avons constaté qu'une simple mouture du blé, à un petit moulin à café ordinaire, lui fait perdre déjà 1,9 pour 0/0 en poids.

1371. Quant aux produits, ils varient selon le genre de mouture. Ici par la mouture économique le blé fournira, par hectolitre du poids de 75 kil. (1347), 45 à 50 kil. de farine de première qualité; 5 à 7 kil. de farine de deuxième qualité; 5 à 6 kil. de farine de troisième qualité, c'est-à-dire renfermant plus de son que la deuxième, qui en renferme plus que la première; en sorte que les 20 à 25 kil. restant se retrouveraient dans le son et les recoupettes. Là l'hectolitre de froment, du poids de 81 kil., donne : 36 kil. de farine blanche dite de blé; — 11,5 kil. de farine dite première de *gruau* (1352); — 6,5 kil. de farine deuxième de gruau; — 5 kil. de farine bise et troisième de gruau; — 2 kil. de farine bise aussi; — 3,5 kil. de gros son; — 5,5 kil. de petit son; — 9 kil. de recoupe et recoupette; — 2 kil. de déchet. Total 81 kil.

1372. Ici un hectolitre de seigle du poids de 70 kil. donne, par la mouture économique : de 35 à 40 kil. de farine première qualité; — 7 à 10 kil. de farine deuxième qualité; — et le reste en issues.

Là l'hectolitre de seigle, du poids de 74 kil., donne 54 kil. de farine d'une seule nature; — 17.5 kil. de son et recoupe; — et 2,5 kil. de déchet. Total 74 kil.

L'hectolitre d'orge, du poids de 62 kil. donne par la mouture économique, 45 kil. de farine d'une seule nature; — 15 de son et recoupe; et 2 de déchet. Total 62 kil.

1373. Or, dans toute cette série de produits, résultant du mélange de la farine avec une plus ou moins faible quantité de la portion corticale et embryonnaire du grain (*), il est évident qu'en enlevant d'un seul coup cette écorce, on obtiendrait en farine un seul et unique produit de la plus belle qualité possible, c'est-à-dire uniquement composé, en fait de substances insolubles, d'amidon et de gluten ; ce serait la farine la plus convenable pour la panification, opération que la présence du son altère, en proportion de la quantité du mélange.

3° *Panification.*

1374. Nous n'avons pas à nous occuper, en cet endroit, des propriétés nutritives des diverses espèces de farine ; ce sujet se rattache de trop près à celui de la digestion ; nous y reviendrons, en traitant de ce phénomène. Nous parlerons seulement des qualités physiques que les diverses espèces de farine sont dans le cas de communiquer à la panification.

1375. La PANIFICATION est une opération dont on connaît fort bien le mécanisme, mais dont on ignore les phénomènes intimes. De tout temps on a reconnu que c'est sous cette forme que les céréales profitent le mieux à l'alimentation des hommes ; et l'expression *manquer de pain*, a été, de temps immémorial, comme aujourd'hui, l'expression la plus caractéristique du dénuement et de la misère. Les anciens étaient aussi friands de beau pain, que nous le sommes nous-mêmes ; et ils recherchaient les pains faits avec leur *far*, avec autant de soin que nous recherchons nos pains de gruau (1352). On serait pourtant tenté de révoquer en doute cette opinion que nous puisons dans leurs livres, en examinant les pains qui se rencontrent si fréquemment dans les tombeaux égyptiens ; en effet, ce sont, au moins ceux que l'obligeance de Dubois

(*) Les issues provenant de la mouture renferment toutes une certaine quantité d'amidon, qu'on pourrait recueillir, avec profit, par le procédé de l'amidonnier (1074).

(1055) nous a mis à même d'examiner de plus près, ce sont des galettes triangulaires de près de dix centim. de côté, et de deux centim. d'épaisseur, plates et d'une pâte compacte et non levée. Leurs cassures n'offrent aucune de ces grandes cellules qui caractérisent nos beaux pains. Il y a plus, c'est que la pâte en a été pétrie avec une farine plutôt concassée que moulue, et dans laquelle se trouvaient, outre le son, les balles entières de la fleur ; aussi l'aspect des miettes est-il aussi résineux, aussi rougeâtre que celui de la croûte. Mais n'oublions pas que ces pains, destinés à être déposés dans le séjour des morts, n'avaient nul besoin d'être aussi beaux que ceux qui servaient aux vivants; qu'ils étaient là en guise d'offrande et non de provision, et que peut-être une des qualités exigées par le rite mortuaire, était qu'ils n'eussent rien de ce qui fait le mérite des pains de consommation. Dans ce pays de haute civilisation, le premier des arts n'était pas resté en arrière, quand tous les autres avaient fait tant de progrès ; et les hommes d'alors avaient trop de nos goûts actuels, dans tout le reste de leurs habitudes, pour n'avoir pas le goût du bon pain. Les hommes qui vannaient leurs grains après la récolte, ont dû de toute nécessité tamiser la farine, après l'avoir broyée sous la meule ; quand on raffine les mets de la table, on commence par ne pas se servir de pain grossièrement pétri ; or, il n'est pas un homme constitué comme nous le sommes, qui pût digérer le pain que nous trouvons encore intact à côté de leurs morts. Ainsi, les Egyptiens, les Hébreux, mangeaient, de temps immémorial, le pain aussi blanc que les Romains eux-mêmes, chez qui les boulangers (*pistores*) étaient en si grande faveur; ce qui nous reste de leur histoire écrite en fait foi. Ils n'ignoraient aucune des circonstances de la panification; et, sous ce rapport, il est certain que l'art et la science n'ont pas fait le moindre progrès depuis. Ils établissaient une grande différence hygiénique entre le pain levé et le pain sans levain ou azyme; ce dernier était le pain du printemps, le pain de la pâque, le pain de la diète;

l'autre était celui du travail et de la forte nutrition ; le premier était d'une forme arrondie et d'une structure crevassée, d'une consistance tendre et friable ; l'autre, blanc comme la neige, était plat comme du gros carton, et dur comme du biscuit de mer (*). Ils savaient par l'expérience que le plus beau pain provient de la plus belle farine, et que la seule qui mérite ce titre est la farine de pur froment ; il ne leur était point venu dans la pensée, que l'art des mélanges et des falsifications pût jamais lutter de puissance avec la culture, et qu'on parvînt jamais, par la combinaison de deux ou trois denrées d'inférieure qualité, à obtenir un produit d'une qualité supérieure ; cette prétention d'économie transcendante est d'une origine plus moderne ; elle est toute jeune pour nous. C'est à la haute chimie de nos temps académiques qu'il appartenait de raisonner ainsi qu'il suit : « Nous n'avons pas assez de froment, afin d'en fabriquer du pain pour tout le monde ; demandons à la science de nous donner ce que la culture nous refuse. Puisque le pur froment fournit un beau pain, lorsque nous l'aurons rendu impur, en le mêlant à du seigle, à de l'orge ou à de la fécule, il est ÉVIDENT que nous obtiendrons un pain sinon aussi beau à l'œil, du moins aussi bon à l'estomac, et surtout moins cher que l'autre. » Et sur ce raisonnement singulier, on a bâti système sur système, manipulation sur manipulation, et comme c'est l'ordinaire, on a toujours rencontré des dupes, pour payer un brevet d'invention. Nous avons eu, pour notre compte, l'occasion de goûter à sept à huit pains de ces diverses fabriques, et n'en déplaise à l'engouement des journaux d'alors, notre gosier n'y a trouvé que des fraudes et non des améliorations. Dieu nous garde ! le pain des cachots nous paraissait du biscuit, en comparaison de ces produits, que les pannetiers de la nouvelle

(*) La tradition des Juifs, qui, comme on sait, ne déroge jamais, a conservé le pain de la pâque avec toutes ses qualités primitives. Les Juifs du midi le désignent vulgairement sous le nom de *caoudòlou* ou *tzaoudòlou*.

terre promise, s'offraient à fournir à un peuple, qui de longue date se connaît si bien en beau et bon pain. Le bulletin scientifique du *Réformateur* mit fin à tous ces tripotages, qui, nous l'espérons, pour l'honneur de la science, ne se représenteront plus au jour. On est convenu, depuis, de regarder comme un axiome, qu'on n'améliore pas, en combinant une bonne chose avec une pire; qu'on ne fait en cela que détériorer ce qui est bon; que l'économie publique ne doit pas viser à trouver, dans le laboratoire, quelque chose de plus nourrissant que dans la nature; qu'il n'est plus permis de chercher à remplacer le froment, que la nature a perfectionné de pair avec la civilisation; mais à en obtenir, de la culture, autant que le demandent les besoins de la population. Le problème à résoudre n'est que là; partout ailleurs se trouvent l'absurde et le charlatanisme. Tant que la science ne saura pas nous dire, en quoi consiste le phénomène de la panification, elle s'exposera à de grands mécomptes, toutes les fois qu'elle tentera d'en modifier *à priori* les éléments. Nous reprendrons la question, sous le point de vue théorique, en nous occupant spécialement de la digestion.

1376. La farine, qui donne le pain le plus convenable à la digestion de l'homme civilisé, est celle dont l'amidon forme les trois quarts environ et le gluten le cinquième. Si l'amidon était surabondant, le pain en serait moins nutritif; si le gluten était trop abondant, il rendrait le pain indigeste; il serait nécessaire d'en annuler l'excédant; et c'est peut-être dans ce but que les anciens habitants des bords de la Méditerranée, dont les céréales étaient si riches en gluten, avaient la précaution d'en soumettre les grains au feu, avant de les jeter sous la meule : *Et torrere parant et frangere saxo.* Enfin la présence du son, par la résine de son péricarpe, et celle de l'embryon, par l'huile essentielle de sa matière verte, n'est propre qu'à paralyser d'autant la marche de la fermentation panaire. Mais les conditions que réclame ce genre de fermentation ne se trouvent pas toutes dans la farine obtenue à ce degré de

pureté ; il faut reproduire artificiellement l'impulsion, si je puis m'exprimer ainsi, que, dans le sein de la graine intègre, la farine reçoit de la germination de l'embryon. Or, nous avons reconnu (978) que la germination se décèle par l'acidité du périsperme ; et, d'un autre côté, on sait, depuis Kirchoff, que l'acidité a pour effet immédiat de saccharifier la fécule (976) ; c'est à ce prix que la farine du périsperme profite à la nutrition de l'embryon, ce n'est qu'au même prix qu'elle peut profiter à la nutrition de l'homme. Mais une fois réduit en farine, l'embryon n'est plus là, pour imprimer cette impulsion aux éléments des agrégés du périsperme ; on y supplée, en mélangeant la pâte avec une certaine quantité de *levain*, et dans le nord de la France avec de la *levure de bière*, dans la proportion de 34 décagr. par sac de farine de 160 kil.

1377. Pétrissage dans Paris et les environs. — Pour un sac pesant 160 kilog., on prend 8 kilog. de *levain de chef*, destiné à faire les levains de la cuisson du lendemain, en deux fournées. A cinq heures du soir, on délaie ce levain dans six litres d'eau chaude, avec une quantité suffisante de farine, pour en former une pâte, que l'on travaille avec soin, et qu'on abandonne à la fermentation saccharine (976), dans le pétrin jusqu'à dix heures ; on dit alors que la pâte lève, car les gaz qui se dégagent distendent la pâte en cellules, et en augmentent le volume. On reprend alors de nouveau cette pâte, et on la délaie dans douze litres d'eau, avec une quantité de farine suffisante, pour en former une nouvelle masse d'une consistance un peu ferme, qu'on laisse lever jusqu'au lendemain matin quatre heures. Ce levain, qui fait la moitié de la pâte en été, et un tiers en sus en hiver, est, dès ce moment, délayé avec soin dans une partie de l'eau destinée au pétrissage ; on ajoute alors le reste de cette eau avec 5 hectogram. de sel, et on y pétrit la quantité de farine nécessaire à la première fournée. Une fois le pétrissage terminé, on en retire 40 kilog. environ pour la seconde fournée, et on laisse reposer vingt minutes ;

on la divise, pour lui donner la forme de pains, que l'on dispose à Paris, au moins les grands, dans tout autant de paniers garnis d'une toile et saupoudrés de son, et ailleurs sur une planche saupoudrée de son; on les recouvre d'une toile; on les y laisse pendant deux heures; on les met ensuite au four, qu'on a eu la précaution de chauffer pendant une heure et demie, au moyen de près d'un stère de bois blanc, et qu'on a nettoyé ensuite. La cuisson est terminée, pour les petits pains, au bout de 30 à 40 minutes, et pour les grands au bout de une heure un quart. On passe ensuite aux autres fournées.

1378. Dans les boulangeries de Paris, outre la surveillance active du bourgeois, cette fabrication exige le concours de trois hommes : du geindre (*), chargé de pétrir à la main, et de deux aides. Quand la pâte est prête, un ouvrier pèse le pâton, c'est-à-dire la quantité désignée pour faire un pain, et le lance à son camarade, qui le *tourne*, c'est-à-dire donne au *pâton* la forme de pain; puis, après un certain intervalle de temps, un autre enfourne, après avoir nettoyé le four de sa cendre et du charbon, qu'on étouffe dans un grand vase en tôle, fermé hermétiquement d'un couvercle de même métal; ce charbon est revendu pour la consommation, en qualité de *braise* (**).

1379. Dans toutes les opérations précédentes, l'habitude décide de tout et forme toute l'habileté de l'ouvrier; la science jusqu'à ce jour n'a rien pu préciser; et, en fait de panification et de fermentation panaire, le plus habile chimiste manipulateur est encore le *geindre*. Cependant, en confrontant la marche de ces divers procédés avec les diverses données de la théorie, il est permis d'entrevoir qu'un jour tout ne sera pas

(*) De *geindre* (*gemiscere*), expression qui désigne le genre de râlement plaintif, par lequel le garçon boulanger, chargé du *pétrissage*, marque la mesure de ses mouvements, et soulage ses poumons comprimés.

(**) La *braise*, à Paris, est le charbon des petits ménages et la providence des repas improvisés; la vente dédommage le boulanger de la dépense du combustible, qui, de 7 fr. par jour, se réduit, d'après les boulangers, à 3 fr., et d'après l'administration, à une balance à peu près exacte.

mystère, dans la panification, pour la nouvelle méthode. Essayons de discuter la série de ces opérations.

1380. ESSAI THÉORIQUE. — Le but principal de ces opérations est de faire servir, à la nutrition de l'homme, le périsperme que, dans la graine intègre, la germination sacrifie peu à peu à la nutrition, c'est-à-dire au développement de l'embryon. Pour cela, il faut mettre ce périsperme en contact avec les parois absorbantes de l'estomac, d'une manière aussi immédiate qu'il l'est avec la paroi absorbante et cotylédonnaire de l'embryon; et par conséquent il est nécessaire de le dépouiller de la partie corticale qui l'enveloppe, et de l'isoler de ses débris, dont la présence ne serait plus qu'un lest inutile. La mouture perfectionnée fournit ce résultat (1356); le plus haut degré où elle puisse prétendre d'arriver, c'est d'isoler en dernière analyse, tout le périsperme, et rien que le périsperme.

1381. Sans aucun doute, l'animal sauvage trouverait amplement de quoi flatter son palais et satisfaire son estomac, avec cette belle farine prise sans autre préparation; et la fermentation digestive s'établirait assez vite, sous cette forme, dans ce puissant organe. Mais l'estomac de l'homme civilisé a d'autres exigences; et l'industrie, pour lui, doit venir à l'aide de la nature, et lui rendre, après la mouture, le lait végétal de la germination. Or, comme l'embryon n'est plus là, pour imprimer au périsperme cette impulsion nutritive, on a eu recours au levain. Si le levain est acide, il activera la fermentation acide du reste de la masse. Mais toute fermentation exige le concours de l'air et de l'eau. De là le pétrissage, qui marie l'air et l'eau aux plus petites molécules de la pâte, et porte le germe de la fermentation jusqu'au sein, pour ainsi dire, des atomes, emprisonnés dans les mailles factices du gluten (1242). La chaleur qui se dégage distend les téguments (901), et les rend perméables à la *substance soluble*, qui se mêle à l'eau à son tour. L'acidité réagit sur cette fécule ainsi préparée, et la

onvertit en sucre (976), lequel sucre réagit à son tour sur gluten, pour le convertir en alcool, qui convertit le gluten estant en acide acétique. Et pendant toutes ces transformations, qui s'engendrent les unes les autres, il se dégage du az acide carbonique et de l'hydrogène, qui d'abord boursouent la pâte, la divisent en cellules cloisonnées, distendent elles-ci par la chaleur du four, rendent ainsi la masse plus perméable à l'action de la cuisson, et l'imprègnent de leur propre ubstance, d'une manière favorable à la digestion stomacale. a cuisson fait à son tour éclater une nouvelle quantité de rains d'amidon (901), et achève d'imprimer par là à tout e qui était insoluble, les propriétés que notre organisation xige des substances alimentaires : le pain est achevé. Il offre lors un heureux mélange de gluten non malaxable et qui 'est plus susceptible de se boursoufler, d'amidon converti n empois, de sucre, d'huile et de gomme, le tout préservé ontre la fermentation putride, par un commencement d'aciité alcoolique. Le mécanisme de la mouture et celui de la uisson s'expliquent aisément, comme on le voit : c'est au étrissage que se trouve le mystère ; c'est là qu'on s'arrête et u'on reprend en tâtonnant ; c'est là qu'on observe les heures, omme dans la culture on observe les saisons ; car là, la naure fermente pour désorganiser, comme ici elle fermente pour rganiser. Le mystère de la germination de la graine ocupe toute la capacité du pétrin ; celui qui l'expliquera dans 'une de ces deux circonstances, l'aura expliqué dans l'autre ; l aura en même temps expliqué la digestion, dont la panificaion ne semble que le prélude, et, si j'ose m'exprimer ainsi, e dégrossissement.

1382. Remarquez que la série des opérations du pétrissage exige autant l'influence des ténèbres que la germination ellemême (*) ; l'une est, autant que l'autre, un mystère nocturne, que le moindre rayon de lumière détournerait autant

(*) *Nouv. syst. de physiologie végét. et de bot.*, tom. II, § 1489.

de sa voie que le moindre rayon de froid ; circonstance essentielle, que ne devront jamais perdre de vue ceux qui se proposeront d'apporter, au perfectionnement de cet art, un esprit d'innovation.

1383. Pétrins mécaniques. — Dans une question encore mystérieuse, nulle circonstance de la routine qui réussit ne doit être indifférente aux yeux de la science qui doute ; ne soyons pas trop hardis dans les réformes de la pratique, alors que nous sommes si timides dans la théorie. Cette observation s'applique surtout au mode de pétrissage. Nous avons fait remarquer (1242) que le gluten s'agglutine mieux par certains procédés de la malaxation que par d'autres ; qu'il en échappe moins entre les doigts qui le pressent et le foulent, qu'à travers les mailles du tamis, sur lequel on l'agite et l'étend ; qu'enfin il forme une masse plus consistante, lorsqu'on ne cesse, en le malaxant, de le refouler sur lui-même, que lorsqu'on se contente de le presser et de le comprimer. Si l'on veut reformer le tissu glutineux, il faut, après l'avoir déchiré pour en rafraîchir les bords, remettre ces bords en présence pour les ressouder. Or, les mouvements musculaires sont encore, jusqu'à ce jour, ceux qui conviennent le mieux à cette alternative de tractions et de compressions, que l'on désigne sous le nom de *pétrissage* ; et la meilleure mécanique, jusqu'à ce jour, est encore le pauvre *geindre* (1378), qui saisit à deux mains la masse, la lance de tout son poids sur le fond du pétrin, la pétrit du poing et la foule avec les pieds, la déchire en lambeaux, la réunit en masse, qui en ouvre enfin, par la division, les dernières lacunes à l'eau et à l'air qu'il y emprisonne sans retour, en tourmentant la pâte ; athlète vigoureux, mais intelligent, dont l'œil dirige les efforts et varie les mouvements, selon la circonstance fugitive du moment. Les premiers pétrins mécaniques, que l'on a construits à Paris, n'avaient certainement pas été conçus sous l'influence de ces considérations. Les auteurs ne paraissaient avoir eu d'autre but que de déchirer et

'agiter la pâte, qui s'attachait, en lambeaux, aux volants du ioteur, et retombait de même; aussi le pain qui s'ensuivait, outes choses égales d'ailleurs, sortait-il toujours du four, sous n aspect de mauvais augure. On s'aperçut plus tard de ce vice e manipulation, et on chercha à en modeler le mécanisme ur celui du pétrissage à la main; c'était là un premier pas ers le perfectionnement; mais le second reste à faire, et ous attendons encore un Vaucanson, qui nous fabrique un *eindre* mécanique, avec la force, la souplesse, la variété des iouvements du geindre animé, moins l'intelligence du coup 'œil, auquel on suppléera par la manivelle.

1384. Nous demandons une certaine indulgence en faveur u genre de réflexion qui va suivre; car nous ne croyons pas de- oir la retrancher. Il nous semble qu'à part le mécanisme, le *étrissage* à la main l'emporte sur l'autre, en ce qu'il ajoute, la substance, des principes animalisés, qui ne peuvent man- uer de profiter à la fermentation. Cette proposition serait ans le cas de blesser la délicatesse des gourmets et des éco- omistes de salon; mais heureusement que la chimie ne pos- ède aucune catégorie de substances dégoûtantes, et que, ans ses combinaisons, tout s'utilise pour le mieux. Or, il est icontestable que les mains du *geindre* ne sauraient manier ne fois la pâte sans l'imprégner de sueur; nous avons tracé lus haut (1250) les différences que le gluten puise dans le étrissage; chacun a dû observer que les mains les mieux ivées préalablement, ne laissent pas que de contracter, au pé- rissage, un aspect plus propre encore, par une déperdition ouvelle de leur surface; la moindre expérience enfin suffit our apprendre à chacun de nous que la main la plus proprette, près un instant d'agitation, ne saurait s'appliquer sur un linge u un papier, sans y déposer une trace au moins superficielle e son passage; jugez de la quantité de sueur que le *geindre* igoureux et haletant doit déposer, à chaque effort, dans la pâte u'il refoule (*) ! Si cela est un fait et qu'on ne puisse le nier,

(*) Notre civilisation, qui ne marche que les mains sur les yeux, et

il faut chercher à l'évaluer. Or, il est impossible que cette quantité de substance animalisée reste inactive au foyer d'une si active fermentation; si elle ne l'altère ni ne la ralentit, il faut qu'elle lui profite, il faut qu'elle ajoute au gluten quelque chose qui en augmente l'élasticité ou la souplesse, et aux éléments fermentescibles un nouveau germe de fermentation. Or le *pétrin mécanique* n'y ajoute rien de semblable. Il y a près de dix ans que nous avons pour la première fois exprimé cette idée, d'abord singulière, mais qui ne parut rien moins que ridicule; car un établissement à pétrin mécanique la mit à profit avec succès, en mêlant à la pâte, du jus de viande obtenu à froid ou par une chaleur modérée; et nous pensons que cette addition, en toute circonstance, ne pourrait que profiter à la pâte provenant de farines non riches en gluten, et encore mieux à la pâte de celles qui en sont totalement privées.

1585. Les lettrés romains, qui étaient pour le moins tout aussi civilisés que les nôtres, et par conséquent tout aussi peu au courant des procédés qui nous font vivre, manifestaient le même dégoût que nous, en s'occupant de réflexions analogues à celles que nous venons de prendre la liberté d'exprimer; et ce qui les étonnait le plus chez les Égyptiens, ces grands producteurs de pur froment, ces habiles préparateurs de pain, c'était de les voir pétrir la pâte avec les pieds. « Des peuples, s'écriait Pomponius Méla, qui pétrissent l'argile avec les mains et la pâte avec les pieds! *Lutum inter manus, farinam calcibus subigunt!* » Depuis trois mille ans, les *geindres* n'ont pas plus changé d'habitude que les céréales de nature (1045); et nous concevons maintenant pourquoi les *geindres* d'alors trouvaient tout autant d'avantage que les

qui aurait horreur de porter un morceau à la bouche, si elle avait le malheur de voir, comment on le coupe, ou comment on le prépare; la civilisation se rend justice; elle a horreur de tout ce qui lui ressemble, D'où vient que la viande cuite du porc nous paraît plus propre que l'épiderme de l'homme?

geindres d'aujourd'hui à fouler aux pieds la pâte destinée à nos bouches. Oh ! quelle horreur ! n'en parlons plus.

1386. En résumé, moins la pâte renfermera de gluten, moins elle emprisonnera d'air et d'eau ; moins la pâte sera levée, et moins la fermentation aura d'éléments. Plus vous pétrirez la pâte, plus vous obtiendrez de pain en poids et en volume, et meilleur sera le pain. Tout mélange qui altérera les proportions d'amidon et de gluten, altérera d'autant la qualité de la pâte et les propriétés du pain. Défense au chimiste d'inventer de nouveaux pains, jusqu'à ce qu'il puisse nous rendre raison de ce qui se passe dans la pâte !

1387. A ce propos, nous ne saurions nous dispenser de dire un mot du pain de dextrine, dont nous avons donné plus haut le prospectus (971). Il est inutile de rappeler ce que l'on entend ou plutôt ce que l'on n'entend pas par le mot de dextrine ; mais il ne sera pas inutile de dire que les auteurs de cette logomachie ne sont jamais parvenus, de leur aveu, à fabriquer du pain avec la chose ; c'est un boulanger seul qui a réalisé ce résultat ; car, dans ce siècle de désorganisation, les boulangers menacent d'en savoir plus que les chimistes sur les points de leur profession. Ce boulanger usurpateur, c'est Mouchot, dont nous transcrivons le procédé. « On prend 50 kil. de fécule, 5 kil. d'orge germé réduit en malt, et 200 kil. d'eau. On met les 5 kil. d'orge dans 100 kil. d'eau froide ; au bout de quatre à cinq heures, on presse fortement la masse, et l'on recueille le liquide, auquel on ajoute les 100 kil. d'eau qui restent. On chauffe le tout au bain-marie jusqu'à 60^{0} centig. ; on y verse les 50 kil. de fécule, en remuant avec une spatule en bois, jusqu'à ce que la chaleur se soit élevée à 70^{0}. A 60°, le liquide forme empois, et à 70^{0}, au bout d'un quart d'heure, l'empois est liquéfié (975). On retire du feu, on abandonne le liquide quatre ou cinq heures à la température de 10° centig. Pendant ce temps, la masse prend un goût alcoolique très prononcé ; on filtre alors. On verse ce liquide dans une bassine, pour vaporiser les deux

tiers d'eau, afin d'obtenir un sirop de 20° à 30°. On prend alors une portion de lèvure que l'on délaie dans ce sirop; après une demi-heure, le liquide augmente de volume par suite de la fermentation intestine de la masse (1379). Cela compose le premier levain que l'on verse dans le pétrin, avec la farine, sans levain d'autre nature, dans la proportion de 50, 60, et même 80 pour 100; l'on en fait une pâte bien légère, que l'on divise pour en obtenir des petits pains qui se distinguent par leur goût et leur légèreté, et qui prennent le nom de pains de dextrine. »

1588. Ce sont là, comme l'on voit, des pains de luxe, et nous souhaitons fort que le luxe rende en profit à l'artiste, les dépenses, dans lesquelles les fausses indications des chimistes de profession l'ont entraîné, avant qu'il soit arrivé, par ses tâtonnements raisonnés, au résultat qu'il exploite. Quant à nous, on le sait, en fait de mets de luxe, notre palais est un triste connaisseur; aussi le pain de dextrine ne nous a pas paru, à nous, jouir des propriétés que lui assigne l'artiste; et le beau pain de gruau qu'il fabrique d'après les procédés ordinaires nous semble d'une saveur bien plus exquise; l'autre, qui s'annonce par un goût plus sucré, laisse dans la bouche un arrière-goût âcre et qui pique la langue, comme le ferait une mie de pain desséchée à la poussière. Nous en demandons pardon à l'art, mais la nature est à nos yeux, jusqu'à plus ample information, en tout point préférable à lui.

1589. Sous le rapport théorique, ce pain peut être appelé: *pain de bière*, *pain de sucre*, *pain de sirop*, *pain d'orge germé*, *pain de malt*, *pain des brasseurs*, *pain de diastase* (974) enfin, tout aussi bien que *pain de dextrine* (969). En effet, si on entend par *dextrine*, la substance soluble de la fécule, l'acide et les sels de l'orge germé ne doivent plus avoir laissé de trace de cette substance dans le sirop, s'il est changé en sucre; mais ce sirop n'est pas tout sucre, puisque tous les principes du malt de bière s'y trouvent réunis; cette DEXTRINE équivaut donc à un mélange de sucre, d'acide, de gluten

dissous, d'amidon soluble, d'alcool, de résine, d'huile, etc., substances qui tournent le rayon polarisé (970), les unes à droite, les autres à gauche, les unes plus, les autres moins; en sorte qu'au lieu de prendre le nom de *dextrine*, cet amalgame inextricable devrait, au moins par respect pour la vérité, prendre le nom de *sinistro-dextrine*.

1590. Mais alors pourquoi tous ces appareils de chauffage, et ces proportions? pourquoi ne pas faire des pains de *sinistro-dextrine* sans *dextrine*? N'avez-vous pas du sirop tout fait, n'avez-vous pas des mauvaises mélasses et du mauvais alcool? Pétrissez votre levain avec un mélange de ces deux substances, et vous obtiendrez, sans tant de frais, un pain de luxe aussi agréable au goût. Je suis même porté à croire qu'on arriverait au même résultat, en pétrissant le levain ou plutôt la pâte, avec de la bonne bière mousseuse. Fabricants et consommateurs, méfiez-vous scientifiquement des membres des sociétés d'encouragement, qui, en faisant un rapport sur les applications qu'ils conseillent, font, par la même occasion, un rapport sur leurs prétendues inventions!

1591. MÉLANGE DES FARINES. — L'éveil donné depuis dix ans, sur les moyens de découvrir la sophistication des farines par la fécule de pomme de terre (1051), a peut-être encore, plus que la cherté de la denrée, contribué à faire abandonner ce genre de fraude, par les meuniers et marchands de farine. Ils se sont rejetés sur d'autres moyens ; car la farine d'orge perlé, et surtout la farine, ou au moins la fécule grossièrement obtenue, du sarrasin, des féveroles, des mauvais pois, des lentilles, des vesces enfin, peut s'incorporer à la farine, sans en altérer le toucher et l'aspect. Quelques unes seulement de ces farines de contrebande communiquent à la farine de froment une teinte jaunâtre, que certaines farines pures de tout mélange ne laissent pas que d'offrir à l'œil. Parmi ces substances, les farines de pois, de haricot, de féveroles,

et surtout du pois chiche (*), sont peut-être les moins capables de déranger les proportions de l'amidon et du gluten, et partant nuiraient moins à la marche de la fermentation panaire. Depuis long-temps on a abandonné l'idée de pétrir la farine avec des pommes de terre cuites. Ce mélange donnait un pain lourd et mat encore plus que la fécule seule; parce qu'avec la fécule, les pommes de terre apportaient à la pâte un tissu ligneux, inerte et de surcroît, qui divise là où il faut agglutiner, qui sépare et isole là où il faut mettre en présence les éléments de la fermentation.

1392. Lorsque vous voudrez reconnaître la sophistication des farines, si les indications microscopiques sont insuffisantes, ayez recours à la malaxation (1243), pour constater approximativement les proportions d'amidon et de gluten. Mais n'oubliez pas alors que ces proportions varient, selon les terrains d'où proviennent les céréales et les circonstances météorologiques de la saison. Les municipalités devraient se livrer à un travail modèle, qui aurait pour but de constater comparativement et par des moyennes, les proportions de gluten et d'amidon, que sont dans le cas de contenir les grains de chacune de leurs localités, en tenant compte de la différence d'exposition et de sol. Il est probable qu'on arriverait, et à des résultats pratiques qui ne laisseraient pas que de rendre service à la probité du commerce, et d'un autre côté à des résultats statistiques et scientifiques, dont la France n'est rien moins que riche sous ce rapport. Mais il faudrait procéder sur ce sujet avec toute la surveillance d'une instruc-

(*) Dans l'île de Tine, l'une des îles de l'Archipel, les femmes préparent un pain d'une saveur délicieuse avec les *pois chiches*, ce froment des terres caillouteuses du Midi. La veille du jour où elles doivent pétrir, elles font bouillir trois ou quatre livres de *pois chiches*, et ensuite elles les écrasent pour former, avec le levain, une espèce de pâte qu'elles délaient en versant dessus une certaine quantité d'eau. Le lendemain, elles pétrissent ce levain avec 30 ou 40 livres de farine, et font avec la pâte de grands pains ronds, qui se conservent long-temps frais.

tion judiciaire. Il y a tant de spéculateurs parmi les premières autorités du lieu !

1393. Rendement des farines. — En moyenne, 159 kil. de belle farine de froment donnent 102 pains de 2 kil. chaque. Le pétrissage peut porter ce rendement à 105 pains. La farine a donc par le pétrissage augmenté en poids de plus du quart; cet excès de poids est dû à l'eau, à la levure, au sel qu'on y ajoute, et qui font corps avec elle. A la cuisson une partie de l'eau s'est évaporée, en sorte que le poids du pain cuit ne représente pas le poids de la pâte encore dans le pétrin. Jusqu'à présent il a été impossible de déterminer, d'une manière précise, à quel poids s'élève cette perte; l'Académie des sciences s'en occupa sans succès en 1781; ce qui fait que le boulanger obligé de se conformer aux ordonnances qui fixent le poids et le prix du pain, est exposé à des mécomptes que toute sa sagacité ne saurait prévoir. C'est pour cela que l'autorité à Paris, avait fixé en 18 7, une limite à l'inexactitude dans le poids, sous le nom de *tolérance*. Le boulanger était excusable aux yeux de la loi, quand il ne manquait que 5 onces sur un pain de 12 livres, 4 sur un pain de 8, 3 à 4 sur un pain de 6; 4 à 5 sur un pain long de 4 livres; 2 à 3 sur un pain forme ordinaire de 4 livres; mais, sur la demande de l'acheteur, il était obligé de compléter le poids, en prenant sur un autre pain. En 1823 l'administration abrogea cette ordonnance; en 1831 elle ne l'avait pas encore rétablie.

§ V. EMPLOI DU GLUTEN EN THÉRAPEUTIQUE.

1394. Taddeï (*) avait proposé, comme succédané du blanc d'œuf, dans les empoisonnements par le sublimé corrosif, une poudre émulsive de gluten, formée de gluten dissous

(*) *Journal général de médecine*, LXXX, 97.

dans un savon de potasse, le tout préalablement desséché à l'étuve et pulvérisé, administré ensuite à la dose de 4 scrupules délayés dans un verre d'eau, contre 10 grains de sublimé. Si l'expérience venait à démontrer l'efficacité de ce résultat, la théorie l'expliquerait d'une manière fort intelligible. En effet, le gluten seul étant insoluble, ne jouerait dans un empoisonnement que le rôle d'une substance inerte. Mais une fois dissous par le savon de potasse, si vous mettez le mélange en présence d'un sel capable de neutraliser ou d'absorber le dissolvant, le gluten abandonné reprendra sa première adhérence, et enveloppera, en se coagulant, toutes les particules vénéneuses que la double décomposition aura épargnées. Mais nous persistons à croire que l'albumine de l'œuf réaliserait ce résultat, dans tous les cas, d'une manière plus prompte et plus sûre.

§ VI. EMPLOI DU GLUTEN DANS LES ARTS.

1595. L'on se sert encore, dans le midi de la France, du *gluten* extrait de la farine du *Phalaris canariensis*, pour agglutiner entre elles les feuilles de cuir qui composent la semelle, et pour en rendre la soudure imperméable à l'eau. Le gluten extrait tout exprès de la farine des céréales, coûterait trop cher pour être consacré à un tel usage. Il n'en sera pas de même du gluten obtenu par le nouveau procédé des amidonniers (1074), qui auparavant objet de rebut, pourra être livré à l'industrie, à un prix inférieur même à celui du gluten du *Phalaris canariensis*. Il est probable que ce sera là, pour cette fabrication nouvelle, un de ses principaux débouchés.

1596. Mais il est un autre genre d'application, dans lequel le gluten de rebut paraît devoir jouer un grand rôle. On sait que les raisins du midi de la France abondent en une substance, qui fait faute aux raisins du Nord; qu'ils sont aussi riches en sucre que ceux du Nord le sont en acide et en glu-

ten. Les vins qu'on obtient des premiers, se distinguent par une saveur sucrée et liquoreuse, qui en fait le prix. Or, pour transformer cette quantité de sucre en alcool, il faudrait ajouter au moût, une quantité nouvelle de substance glutineuse. En jetant donc dans la cuve, le gluten obtenu de l'extraction de l'amidon des céréales, on rendrait les vins du midi encore plus riches en alcool qu'ils ne le sont déjà; et en cessant d'être vins de table, ils n'en acquerraient que plus de prix pour les distilleries. Le gluten desséché à l'étuve serait tout aussi propre à cette destination que le gluten encore frais.

§ VII. GLU.

1597. « La glu du commerce est une substance d'un aspect verdâtre, d'une consistance glutineuse et collante, qui s'attache aux doigts et les poisse, propriété que l'oiseleur utilise, pour engluer les petits oiseaux qui viennent se reposer. On l'extrait en grand de l'écorce du houx (*Ilex aquifolium*) et des baies du gui (*viscum album*); on laisse pourrir ces organes pendant quinze jours en terre ou à la cave, on les bat ensuite dans un mortier, et on lave à grande eau la glu, qui s'attache au pilon et aux verges. La glu est insoluble dans l'eau, mais elle s'en imbibe; elle brûle avec flamme et répand une odeur animale; elle est soluble dans les alcalis, l'essence de térébenthine et l'éther; les baies épuisées par l'éther cèdent à l'alcool une matière extractive brune, soluble dans l'eau; les baies du gui épuisées par l'alcool se gonflent dans l'eau, qui en outre s'empare d'une espèce de gomme et entraîne du mucilage végétal insoluble, qui se gonfle et se sépare difficilement de la dissolution. La dissolution séparée du mucilage par filtration et évaporée, donne une espèce de gomme visqueuse, analogue à la gomme arabique, qui fournit de l'acide mucique par l'acide nitrique; la potasse caustique dissout la glu à l'aide de la chaleur, et la rend so-

luble dans l'alcool. » Ces renseignements empruntés à Bouillon-Lagrange et à Henry, font penser à Berzélius que la glu « doit être considérée comme une espèce de résine gluante, qui ne sèche pas, et qui, sous ce point de vue, ressemble à un mélange de suif et de colophane fondus ensemble. » Par la même filière de raisonnement, l'auteur aurait pu admettre que, sous ce dernier point de vue, la glu est analogue à de la gomme ou à du sucre amenés à l'état sirupeux.

1398. Quant à nous, demandons, à une méthode plus rationnelle, une analogie moins arbitraire. Le gluten, avons-nous établi (1237), n'est chez les céréales que le tissu cellulaire, dans les mailles duquel s'engendre l'amidon. Mais si ce tissu cellulaire, au lieu des globules d'amidon, engendrait les globules de fécule verte et résineuse (1098), globules qui ne se désagrègent pas comme ceux de l'amidon, il s'ensuivrait qu'au lieu d'apparaître après la malaxation, avec l'aspect grisâtre du gluten de la farine, il s'offrirait avec l'aspect verdâtre de la glu, puisque la malaxation sous l'eau ne l'aurait dépouillé que des substances solubles dans l'eau, et nullement de la matière verte.

1399. Mais si vous faites pourrir dans l'ombre, les organes végétaux qui abondent en gluten, il devra se former de l'ammoniaque, qui, réunie à la quantité d'ammoniaque que recélait déjà la substance glutineuse (1256), ne saurait manquer de rendre cette substance soluble dans les menstrues qui, à l'état neutre, n'auraient jamais pu l'attaquer. L'éther nitreux en dissoudra une partie (*), l'alcool achèvera de dissoudre l'autre, mêlées toutes les deux à la résine également soluble dans l'un et l'autre menstrue, et l'eau reprendra le reste, en même temps qu'elle s'emparera de la gomme, que la dissolution de ce tissu cellulaire aura mise en liberté. La glu

(*) C'est l'éther nitreux et non l'éther acétique qui dissout la glu ; car l'éther nitreux renferme un acide plus énergique que l'éther acétique, acide qui agit encore comme menstrue dans la dissolution.

n'est donc qu'une des nombreuses formes que les mélanges prêtent au gluten ou tissu à base ammoniacale (850) ; chez la baie du gui, c'est le tissu du péricarpe ; chez le houx, c'est celui de l'écorce qui commence à passer. Aussi retrouve-t-on la glu dans plus d'une espèce végétale : dans les baies du *viburnum lantana*, dans les tiges du *gentiana lutea*, dans les feuilles du *ficus religiosa*, du *cynanchum arghel* Del., de l'*althœa officinalis*, dans le *boletus hepaticus* (glu de chêne et de Chine), à la surface de l'*ononis natrix*, du *lychnis viscaria*, du *saxifraga tridactylites*. On l'extrait en grand en Amérique, du *sapium aucuparium*, et en Egypte, des sébestes, *cordia sebestana*.

SEPTIÈME GENRE.

ORGANES POLLINIQUES.

1400. J'entends, par *organes polliniques*, des cellules assez compliquées dans leur organisation, qui s'isolent en général, et qui recèlent dans leur sein la substance destinée à déterminer le développement d'un nouvel individu, sous forme soit de *graine*, soit de *bourgeon*, c'est-à-dire à féconder un organe femelle. La nécessité de cette définition nouvelle sera motivée, par les rapprochements et les analogies de la seconde partie de ce genre. Car je diviserai ce genre en *organes polliniques internes* ou *pollen des anthères*, et en *organes polliniques externes* ou *pollen des organes foliacés*.

PREMIÈRE ESPÈCE.

Pollen des anthères (*).

1401. Tout le monde a remarqué, autour du jeune fruit du

(*) *Bull. des sciences nat. et de géol.* tom. IX, n° 78, septembre 1826.—

lys ou de la tulipe, les six *filaments* blancs qui dépassent presque la corolle, et qui portent à leur sommet un corps jaune, allongé, et oscillant comme une aiguille aimantée sur son pivot. Ce corps jaune que l'on nomme *anthère*, est un coffre à deux compartiments parallèles, qui, à une certaine époque, s'ouvrent avec explosion, et lancent, sur le stigmate du jeune fruit, une poussière jaune qui y reste attachée. Cette poussière, c'est le *pollen;* elle se compose de grains plus variables encore, dans leurs formes et dans leurs dimensions, que ne le sont les grains d'amidon (1036).

§ I. CARACTÈRES PHYSIQUES DES GRAINS DE POLLEN.

1402. Les grains de pollen varient de forme et de dimensions, dans les limites les plus larges selon les genres, et en subissant de simples modifications selon les espèces. Lisses et sphériques ou allongés dans les graminacées, les cypéracées et le plus grand nombre des monocotylédonnes corolliflores; sphériques et mamelonnés sur toute leur superficie dans les tulipes (pl. 10, fig. 13), les malvacées, le *convolvulus arvensis* (fig. 21), et un grand nombre de composées; triangulaires à angles en mamelons dans le *lopezia stachytarpheta*, les *œnothera*, le *cucurbita leucantha* (pl. 10, fig. 26), le *scabiosa caucasica*, etc.; bilobés dans les conifères (fig. 27, 28), on les voit s'agglutiner les uns contre les autres et former des masses plus ou moins solides, dans les orchidacées et les asclépiadacées.

1403. Ceux des graminacées affectent quelquefois $\frac{1}{100}$, et dépassent à peine $\frac{1}{20}$ de millimètre, tandis que ceux du *cucurbita leucantha* atteignent $\frac{1}{4}$, ceux de l'*hibiscus rosa sinensis* $\frac{1}{25}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{7}$, ceux du *stachytarpheta* $\frac{1}{7}$ sur les côtés et $\frac{1}{12}$ sur leur épaisseur.

Ibid., tom. X, n° 176.—*Annal. des sc. d'obs.*, tom. IV, pag. 313, mai 1830. — *Mém. de la Soc. d'hist. nat.* de Paris, tom. III, *sur les tissus organiques*, §§ 67 et 99.

Leur couleur par réflexion varie aussi à l'infini, du blanc au gris, au jaune, au purpurin, au rouge, etc.

§ II. DÉVELOPPEMENT DES GRAINS DE POLLEN.

1404. Dès mes premières recherches sur le *pollen*, j'eus lieu de remarquer que ses grains ne jouaient pas toujours librement dans les boîtes (*thecæ*) de l'*anthère* (1401). L'analogie, qui m'avait toujours servi si sûrement de guide, depuis mes découvertes sur l'*amidon*, me fit porter plus spécialement mon attention sur cette nouvelle circonstance ; et je ne tardai pas à m'assurer que, de même que les grains d'amidon, les grains de pollen croissent dans les mailles d'un tissu cellulaire.

1405. Car si l'on examine la structure de ces boîtes bien avant la fécondation, on s'assure que l'intérieur en est rempli, dans le principe, de granulations très petites, qui se présentent de jour en jour, avec des dimensions plus grandes, qui s'isolent de plus en plus, et qui enfin atteignent les formes et les dimensions des grains de *pollen*, tels qu'on les retrouve à l'époque de la fécondation même.

1406. En même temps que ces grains s'isolent, on observe distinctement que l'intérieur de ces boîtes (*thecæ*) est divisé par des cloisons plus ou moins nombreuses, et forme des cellules, dans l'intérieur desquelles sont logés les grains de pollen. Ces cellules en général sont glutineuses, élastiques, filantes, et sont entraînées par la pointe de l'aiguille, en enveloppant les grains, qu'elles recouvrent, comme une toile d'araignée; ce phénomène est très sensible dans l'*hibiscus rosa sinensis*, L. Quelquefois, par l'effet du déchirement, ce tissu cellulaire glutineux s'étire en petits filaments, qui s'étendent, d'une paroi ou d'une extrémité de la boîte à l'autre. Ce tissu élastique se comporte avec les réactifs, exactement comme le gluten des céréales, et il disparaît dans les anthères de certains végétaux, soit par la dessiccation, qui l'émiette,

soit par la formation d'un acide qui le rend soluble et coulant.

1407. Ce qui achève encore mieux de démontrer que les grains de pollen ne sont, ainsi que les grains de fécule, que des cellules isolées, c'est l'anatomie de ces *déviations* si fréquentes, par lesquelles un pétale de rose ou de toute autre fleur double produit des grains de pollen, sur un point quelconque de sa surface. On voit, en effet, les cellules d'alentour passer par des gradations successives de dimensions et de coloration, à la forme d'organes polliniques, d'une manière si frappante, qu'il ne reste plus le moindre doute à l'observateur.

§ III. ORGANISATION ET ANALYSE MICROSCOPIQUE DU GRAIN DE POLLEN.

1408. La structure compliquée du grain de pollen est bien plus sensible que celle du grain d'amidon, à cause de la nature des substances hétérogènes, qui enrichissent son tissu.

1409. La seule inspection du *pollen* du *pinus sylvestris* (pl. 10, fig. 27, 28) suffit pour reconnaître que la cellule principale, qui sert ici de tégument général, renferme dans son sein quatre grandes cellules, dont deux latérales offrent un grand paquet jaune rougeâtre à leurs extrémités; une antérieure, transparente (fig. 27), et une autre postérieure, blanche et opaque (fig. 28). En observant les grains sphériques et transparents du *pollen* des graminacées, on serait tenté de considérer le grain de pollen du *pinus sylvestris* comme le résultat de l'association de deux grains de pollen, dans le même tégument. Car, dans l'intérieur du grain de *pollen* des graminacées, on observe un paquet central de cellules, analogue à chacun des deux paquets du *pollen* des pins. A travers le *pollen* du *convolvulus arvensis* (pl. 10, fig. 21), qui par réflexion est grisâtre, on observe, par réfraction (fig. 29), six segments, dont trois opaques et trois transparents, qui lui donnent l'aspect d'une *balle à jouer*.

1410. A travers le *test* épais des grains de *pollen* des tulipes ›l. 10, fig. 15) ou des malvacées, on n'aperçoit plus aucune rganisation interne, mais on est forcé d'admettre, à la seule ıspection, que ce *test* est organisé lui-même, et que toutes es papilles, qui s'allongent en poils gros et courts sur le *pol-n* de l'*hibiscus*, ne sont que des cellules faisant saillie au ehors. L'anatomie du pollen du *nyctago jalappæ* (car on eut disséquer le grain de cette espèce), l'anatomie confirme ette idée, et démontre l'organisation de l'intérieur du grain. orsqu'on coupe par le milieu ce gros grain de *pollen*, les eux calottes ont de la peine à se séparer l'une de l'autre, et n les séparant par la traction des deux aiguilles, on voit u'elles étaient retenues par un tissu élastique, infiniment ansparent, et qui divisait l'intérieur du grain en plusieurs ompartiments cellulaires. Chacune de ces calottes, vue de hamp et par réfraction au microscope, offre aux yeux l'as-ect d'un tissu cellulaire serré, parsemé régulièrement et en uinconces de grandes cellules (pl. 10, fig. 19), dont la dis-osition rappelle la structure du test de l'œuf de l'alcyonelle et e la spongille (*). Ces grandes cellules, si elles faisaient sail-e au dehors, donneraient, au *pollen* du *nyctago*, l'aspect ex-érieur de celui des malvacées. Au lieu de toutes ces cellules isposées en quinconces, le test tricorne du pollen des ona-res, etc., offre, même par réfraction, une cellule transpa-ente à chacun de ses angles (1403).

Enfin nous avons démontré (**) dernièrement, que les rains de pollen étaient tapissés à l'intérieur, par des tours de pires, que nous avons rencontrés dans toutes les cellules vé-étales, de quelque calibre et de quelque nature qu'elles soient. 'analogie des grains de pollen ne saurait être plus complète.

1411. Les grains de pollen ne sont pas plus libres, dans les ellules glutineuses qui remplissent la capacité du *theca*

(*) *Mém. de la Société d'hist. nat. de Paris*, tom. IV, pl. 15, fig. 5; et l. 21, fig. 4, 1827.

(**) *Nouv. syst. de physiol. végét. et de bot.*, pl. 41, fig. 20.

(1406) de leurs anthères, que les grains d'amidon (991) dans l'intérieur des cellules, soit ligneuses, soit glutineuses (1237). Chacun de ces grains est muni d'un *hile*, par lequel il tenait à la paroi qui lui a donné naissance; et ces *hiles*, dans les anthères d'*epilobium*, tiennent à cette paroi par des longs funicules blancs, espèces de cordons ombilicaux, que les botanistes ont pris pour des filaments entrecroisés et disposés là au hasard. En faisant rouler un grain dans l'eau du porte-objet, il devient aisé d'observer au passage ce *hile*, emportant quelquefois avec lui un fragment quelconque du tissu cellulaire (pl. 10', fig. 15). Mais afin de le mettre mieux en évidence, il suffit de déposer un grain de pollen dans l'acide sulfurique, qui, en dissolvant les substances opaques du grain, sans attaquer son têst, laisse apercevoir distinctement l'ouverture du *hile* (pl. 9, fig. 6, *aa*).

1412. L'analyse microscopique va nous révéler à son tour, non seulement l'organisation interne et externe du grain de pollen, mais encore la nature des substances que chaque ordre de ses cellules renferme.

1413. A peine les grains de pollen tombent-ils sur la goutte d'eau déposée au porte-objet, que chacun d'eux manifeste des mouvements de recul; et bientôt on voit sortir, par une explosion quelquefois assez forte, un boyau qui se roule sur lui-même, ou un nuage de granulations qui se dispersent dans l'eau. C'est par la filière du *hile* (1411) que passent ces organes, ainsi que toutes mes expériences et toutes mes observations le démontrent; et ce phénomène a lieu sur certains pollens, même deux ou trois ans après la récolte de la plante, par exemple, sur celui de l'*helianthus annuus*. J'ai représenté (pl. 10, fig. 29) le pollen du *convolvulus arvensis* éjaculant ce long boyau; celui-ci reste insoluble dans l'eau, et sous l'effort des deux aiguilles, il s'étend et s'étire en filaments élastiques, en répandant des myriades de granulations; on observe, dans son intérieur, des granulations, et souvent des compartiments cellulaires. L'alcool coagule sa substance

l'ammoniaque la ramollit, mais sans la dissoudre entièrement.

1414. Si on laisse séjourner, entre les deux lames de verre, les grains de *pollen de tulipe* (fig. 15) dans l'alcool à 38°, ou dans l'éther froid, on obtient bientôt ces organes sous la forme de la fig. 17; l'alcool a enlevé toute la substance purpurine qui rendait la superficie du pollen rigide, et l'épiderme se montre vide, transparent et distendu; dans le centre, on observe des cellules agglomérées et colorées légèrement en jaune rougeâtre, que l'alcool n'a point attaquées à froid; à la base on remarque bien distinctement le *hile*.

1415. Un phénomène presque contraire se présente, lorsqu'on fait séjourner à froid les grains de pollen de tulipe dans l'ammoniaque; l'ammoniaque respecte ce que l'alcool a attaqué, et attaque ce que l'alcool a respecté. Toute la périphérie du grain reste rigide et opaque, quoique colorée en rougeâtre; mais bientôt cette coque est déchirée par l'enflure toujours croissante d'une vésicule remplie d'un liquide diaphane malgré sa couleur jaune de cire, et qui finit par sortir et rejeter derrière elle la coque rougeâtre, comme l'insecte rajeuni rejette son antique dépouille. Cette vésicule sort quelquefois seule et parfaitement isolée, comme le montrent les fig. 15 et 16; mais d'autres fois on en voit sortir plusieurs ensemble, du sein de la même coque, aux parois internes de laquelle elles restent adhérentes, par un point de leur surface. La fig. 14 en représente trois, dont une, qui était plus blanchâtre que les deux autres, aurait semblé partir de la deuxième, si la différence de coloration n'avait pas indiqué suffisamment qu'elle n'avait aucune communication avec cette dernière, et qu'elle venait s'insérer, sur la paroi interne de la coque, par un pédoncule très long, lequel passait en dessous de la vésicule jaune. J'ai écrasé avec une pointe ces grandes vésicules, elles se sont vidées; et en étendant d'eau le liquide, leurs parois se sont présentées aussi incolores que les téguments isolés du grain de fécule.

1416. En conséquence, la substance soluble seulement

dans l'ammoniaque à froid, qui est la *cire*, se trouve dans les cellules internes du grain de pollen de tulipe ; et la substance soluble dans l'alcool et l'éther froid, qui a tous les caractères de la résine, se trouve dans les cellules externes dont est formé le test purpurin du même grain. L'éther enlève, à ces organes, de l'huile fixe et essentielle, qui, chez certains pollens, tels que celui des cucurbitacées, semble suinter de tous leurs pores, et se répandre, par ondulations de globules dans l'eau ambiante. On reconnaît facilement leur nature, en laissant évaporer l'eau qui les supporte; ces globules ne tardent pas à s'évaporer à leur tour, et abandonnent sur le porte-objet les substances résineuses qu'ils tenaient en dissolution. On complète la démonstration, à l'aide de l'éther et de l'alcool, qui s'en emparent, et les déposent ensuite avec plus d'uniformité.

1417. L'acide hydrochlorique produit, sur le grain de pollen, le même effet que l'eau (1413) et l'ammoniaque liquide (1415). J'ai placé au porte-objet, des grains de pollen du *cucurbita leucantha* (pl. 10, fig. 26) sur une goutte d'acide hydrochlorique ; les grains, d'arrondis qu'ils étaient, poussèrent presque tous au dehors, des mamelons également distants les uns des autres, et qui rendaient le grain tricorne; mais j'eus lieu d'en remarquer un certain nombre, chez lesquels un mamelon semblait s'être allongé en un boyau membraneux renfermant à son sommet une vésicule sphérique granulée qui avait été entraînée avec violence, dans cette espèce de cul-de-sac.

1418. L'explosion pollinique ne peut donc être attribuée ni à une de ces actions vitales, dans lesquelles se réfugie l'imagination, toutes les fois que l'explication paraît embarrassante (car la vitalité cesse dans l'ammoniaque et dans l'acide hydrochlorique) ; ni à la fermentation (car la fermentation est paralysée par ces deux menstrues ; elle se manifeste, du reste, par le dégagement de bulles de gaz; elle ne s'établit qu'à la longue : or, à la température de l'été, notre explosion

lieu dès qu'il y a contact de l'eau et du menstrue). Mais si on se rappelle que l'intérieur du grain de pollen est distendu ar un tissu cellulaire ayant tous les caractères essentiels du *luten* (1406), la difficulté n'offre plus rien d'insurmontable. ,es tissus glutineux, en effet, sont avides d'eau, d'ammoniaue, d'acide hydrochlorique, etc., et, s'ils ne se dissolvent as toujours dans ces trois menstrues, du moins ils se combient avec eux; or, il est évident que cette combinaison inme d'un tissu avec un menstrue doit augmenter son volume, ue la chaleur produite par cette combinaison chimique doit ncore ajouter à l'intensité de ce phénomène physique, qu'en onséquence le tissu glutineux dilaté ne pourra plus être con-nu dans la capacité de la coque externe, et qu'il sortira, ar la filière du *hile*, sous forme d'un boyau plus ou moins longé. Ce qui vient encore à l'appui de cette explication, est que quelques coques de pollen, au lieu d'éjaculer un oyau ou un nuage de granules, se brisent en éclats. Au ste, par ce que nous avons dit au sujet du gluten (1285), il t facile de concevoir que l'éjaculation par nuage n'est ı'une modification de l'éjaculation par boyau; dans le preier cas, le tissu glutineux sort, en se dissolvant dans l'eau, à aide d'un acide qui est expulsé avec lui; et alors les granules ıfiniment petits qui s'agitent, dans le liquide, ne sont que des récipités (644) de *gluten*, tandis que, dans le second cas, gluten s'élance dans l'eau sans dissolvant, et avec sa forme llulaire.

1419. L'iode colore en bleu les cellules centrales du grain e *pollen* (946), ce qu'on observe facilement sur le *pollen* des raminacées (*), et sur tous les grains polliniques à test mince transparent. Mais cette coloration est due à toute autre ıbstance qu'à l'amidon, dont aucune expérience en grand ı en petit ne peut démontrer l'existence dans les grains olliniques.

(*) *Annal. des sciences natur.*, tom. VI, 1825, pl. 16, fig. 1, de mon émoire *sur la fécule.*

1420. Certains pollens se colorent en purpurin par l'acide sulfurique concentré, ce qui démontre, dans leur intérieur, la présence simultanée du sucre et de l'albumine ou de l'huile.

1421. Quant à la région respective que la résine et la cire occupent, dans les cellules du grain de pollen, elle est aussi variable que la forme du grain de pollen lui-même. L'analyse que j'ai présentée, du pollen de la tulipe, fournit un exemple mais n'exprime pas une loi.

1422. Il ne faudrait pas croire que les cellules résinifères de certains *pollens* soient le tégument le plus externe du grain; cette couche est recouverte par un épiderme translucide qui, à l'époque de leur maturité, les tapisse, en s'appliquant exactement sur leur surface; mais, à l'état de jeunesse et long-temps avant l'acte de la fécondation, les grains de pollen du *muscari*, par exemple, offrent un épiderme très distinct du test résineux qui alors en occupe le centre, et qui en se développant de plus en plus, vient s'agglutiner de telle sorte contre la paroi, qu'il ne peut plus en être séparé qu'à l'aide des réactifs.

1423. J'ai dit plus haut, qu'à part quelques cas fort rares où le pollen éclatait dans l'explosion, l'éjaculation de la matière fécondante se faisait par le *hile* (1413), c'est-à-dire à travers le point, par lequel le grain de pollen adhérait contre la paroi intérieure des cellules glutineuses qui remplissent l'anthère (1410). Cependant on a décrit, sur d'autres pollens une suture longitudinale bordée de *sphincters* destinés à fermer et à l'ouvrir (pl. 10, fig. 20). Mais ces sutures et ces *sphincters* ne sont que des illusions d'optique provenant, soit de la dessiccation du grain de pollen, soit de sa structure interne; en suivant la manière de raisonner des physiologistes il faudrait admettre des sutures et des sphincters sur le grain de fécule (911). Le meilleur moyen de réfuter ces opinions basées sur un simple coup d'œil, c'est de leur opposer des observations qui n'exigent pas des procédés plus compliqu

Or, qu'on observe les grains du *pollen* de *Zamia* (pl. 10, fig. 18, 22, 23, 24 et 25) ; ce prétendu *sphincter* se présente sur ces grains avec des nuances si bien ménagées, qu'on le voit déborder en relief le grain, s'y concentrer sous forme d'une cellule, mais rester invariable dans ses divers aspects, soit à sec, soit à l'état humide. Les *sphincters* que l'on a cru voir s'ouvrir par la dessiccation, et se fermer par l'humidité, proviennent donc d'un simple retrait, d'un simple pli, que la dessiccation produit sur certains pollens à test mince et flexible.

§ IV. QU'EST-CE QUE LA POLLÉNINE (Bucholz et John) (*)?

1424. Pour obtenir cette substance du *pollen* du *Lycopodium clavatum*, Bucholz et John épuisent le *pollen* par l'eau, l'alcool, et à la fin par une solution de potasse, dans le but de dissoudre successivement le sucre, la résine, l'huile grasse, etc.; il reste à la fin 89,5 pour cent de *pollénine*, qui conserve la couleur jaune, la forme pulvérulente, et la combustibilité du pollen. Cette substance se putréfie comme le *pollen* qu'on abandonne à l'humidité; elle répand à la fin une odeur de fromage pourri (923). L'acide nitrique la transforme, comme le gluten, en acide malique, oxalique, en amer de Welter (1296), et en suif. Selon Fourcroy, la *pollénine* du dattier se dissout en petite quantité dans l'acide hydrochlorique. D'après Braconnot, la *pollénine* du typha (993) se dissout sans se décomposer dans les acides concentrés, tels que les acides sulfurique, hydrochlorique et acétique bouillant, dans la potasse, l'ammoniaque. Macaire Princep a trouvé que le *pollen* du cèdre brûle avec moins de vivacité que celui du lycopode (**); il pense que la pollénine ne renferme pas d'azote,

(*) *Annal. des sciences d'observat.*, tom III, pag. 388 et 443, 1830.

(**) On se sert du *pollen* du *Lycopodium* pour les feux d'artifice de nos théâtres; on pourrait employer au même usage le *pollen* des conifères, ainsi que la poudre que lancent les vesses de loup (*Lycoperdon*). Celui des

et ne donne pas d'ammoniaque par sa décomposition spontanée, et il la compare à l'amidon !

L'analyse comparative de la *pollénine* du cèdre et du *Lycopodium* lui a fourni le résultat suivant :

	Carbone.	Hydrogène.	Oxigène.
Cèdre,	40,0	11,7	48,3
Lycopode,	52,2	8,6	39,2

1425. On le voit assez clairement : selon la nature des végétaux, selon les procédés de l'analyse, cette substance immédiate diffère autant d'elle-même que de toute autre substance organisée ; mais la chimie moderne n'y regardait pas de si près, pour créer des dénominations nouvelles.

1426. Je me garderai bien de considérer, comme une anomalie suspecte, l'absence complète de l'azote, dans une substance qui pourtant donne, par sa décomposition spontanée, des produits ammoniacaux. J'ai constaté moi-même que le produit de la combustion du *pollen* du cèdre est acide et non alcalin ; et d'un autre côté, j'ai constaté aussi que le même pollen, placé à l'humidité, se change en acide caséique et se putréfie comme les autres. Mais ces faits, que la chimie moderne eût regardés comme contradictoires, viennent au contraire à l'appui de ce que j'ai avancé sur la formation spontanée de l'ammoniaque, dans une substance non azotée (1249), dans l'amidon, par exemple, qui est bien la moins azotée des substances, quand elle est entièrement pure de gluten (881, 925).

1427. Mais pour celui qui aura répété les observations microscopiques qui précèdent ce paragraphe, il sera évident qu'au lieu d'obtenir une substance immédiate, par les différents menstrues qu'ils ont employés, les auteurs des précé-

conifères est si abondant, qu'on a vu des plaines entières couvertes de cette substance chassée par les vents. Le peuple, dans sa superstition, interprétait ce phénomène, en supposant qu'il était tombé une pluie de soufre.

dentes analyses n'ont obtenu qu'un mélange plus ou moins altéré. Quant aux chimistes qui n'ont foi qu'aux résultats des analyses en grand, ils n'auront pas de peine à concevoir que soumettre le *pollen* à l'analyse élémentaire, ce n'est pas lui soumettre la prétendue *pollénine ;* qu'en conséquence M. Macaire Princep ayant analysé deux *pollens* intègres, dont l'organisation est loin d'être identique, il n'y a plus rien d'étonnant qu'il ait trouvé des nombres si peu concordants. Car, de tout ce que nous avons dit plus haut (1421), il résulte que, sous le rapport des proportions, l'analyse du *pollen* devra varier à l'infini, selon les diverses plantes; que les uns possédant plus de résine et plus d'huile essentielle, fourniront à l'analyse plus d'hydrogène que ceux qui possèdent au contraire plus de sucre et de gluten ; que le gluten des uns semblera plus abondant (parce qu'il sera plus élastique et plus insoluble, 1258), plus azoté (parce qu'il aura été plus longtemps malaxé ou qu'il renfermera plus de sels ammoniacaux).

1428. Si les auteurs des analyses précédentes avaient examiné au microscope leur prétendue *pollénine,* ils auraient certainement vu, qu'au lieu d'une substance immédiate, il leur était resté entre les mains une poudre composée de grains de pollen avec leur épiderme (1422), leur *test* (1410), leur gluten intérieur, une certaine quantité de résine et d'huile que les plus grands lavages ne pourraient extraire du sein des cellules internes, sans désorganiser la majeure partie des tissus. C'est le mélange inséparable de ces substances organisées et organisatrices, qui communique au gluten du *pollen* les qualités étrangères qui ont donné le change à l'analyse, et qui varieront, comme je l'ai déjà dit, à chaque nouvelle expérience.

1429. La *pollénine* des auteurs n'est donc que du gluten (1258) avec toutes ses variations accidentelles.

§ V. EXAMEN CRITIQUE DE QUELQUES AUTRES SUBSTANCES QU'ON A SIGNALÉES DANS LE POLLEN (*).

1430. Eau. — « Cent parties de pollen de typha, dit Braconnot, ont perdu, par la dessiccation, 48 parties d'humidité, ce qui est d'autant plus remarquable que cette poussière a une apparence si sèche, qu'elle semble couler d'un vase à un autre, sans y adhérer. »

1431. Ce fait n'est étonnant que pour celui qui n'a pas étudié la structure du *pollen*. Qu'y a-t-il, en effet, de remarquable qu'une vésicule à *test* résineux, et par conséquent sec et lisse, renferme dans son sein la moitié de son poids de parties aqueuses? Mais laissez cette poussière exposée à l'air atmosphérique, et l'humidité ne tardera pas à se révéler dans son sein, par le développement de la fermentation. Il faut observer encore que la dessiccation artificielle éliminera, non seulement de l'eau, mais encore de l'huile essentielle et autres substances volatiles.

1432. Matière peu azotée. — En lisant les détails de l'analyse de Braconnot, il devient évident que cette substance est un double emploi de la pollénine, comme la *zimôme* est un double emploi de la *gliadine* (1275).

1433. Suif formé de stéarine et d'oléine. — Sans attacher ici trop d'importance à la dénomination du suif, il est permis de penser que la substance grasse que désigne Braconnot, et qu'il a isolée par l'éther, était un mélange d'huile, de résine et d'huile essentielle. Nous renvoyons, à ce sujet, nos lecteurs aux articles des graisses.

1434. Amidon. — L'analyse n'a rien offert à Braconnot qui eût les caractères de l'*empois;* l'eau bouillante n'a rien en-

(*) *Annal. des sciences d'observat.*, tom. III, pag. 386.

levé au pollen qui simulât la substance soluble de la fécule. Mais ayant vérifié ce que j'avais avancé en 1825 (*), savoir que l'iode colore en bleu l'intérieur des grains de pollen, l'auteur, sur cette simple donnée, a conclu que le pollen renfermait de l'amidon. Si la coloration en bleu par l'iode suffitpour admettre l'existence de l'amidon dans une autre substance, pourquoi ne l'admet-on pas dans la résine de gayac (948)?

§ VI. AURA SEMINALIS. — *Prétendus animalcules spermatiques.*

1435. On entend, par *aura seminalis*, la substance qui, en s'introduisant dans les vaisseaux du pistil, détermine, soit la création, soit le développement de l'embryon. La chimie a été, jusqu'à ce jour, inhabile à nous en révéler la nature.

1436. Dans ces derniers temps (588), Adolphe Brongniart a occupé longuement l'Institut d'un système, où il tendait à faire considérer les granulations qui sortent pendant l'explosion du pollen, comme étant les analogues des animalcules spermatiques; il en a décrit la forme invariable d'après lui, les dimensions, et enfin les mouvements sur lesquels il basait leur animalité. Je combattis ce roman, en démontrant que ces mouvements ne différaient, en aucune manière, des mouvements imprimés à tout corps nageant sur la surface de l'eau, par l'impulsion de l'explosion, par la pente du porte-objet, par l'agitation de l'air, par l'ébranlement du sol, par les mains et par le souffle de l'observateur, et par l'évaporation de la substance, quand elle est volatile. Sur ces entrefaites, Rob. Brown vint renchérir sur l'opinion de Brongniart, en la généralisant; d'après lui, tous les corps suspendus sur la surface de l'eau étaient doués d'un mouvement, sinon spontané, du moins inhérent à leur nature. Je consacrai de nouvelles pages à la réfutation de cette nouvelle publication; et bientôt

(*) *Annal. des sciences naturelles*, tom. VI, pl. 16, fig. 1.

l'Institut qui, dans un élan de complaisance, avait accordé une couronne à ces prodiges, fut forcé d'en venir, de rapport en rapport, jusqu'à une rétractation formelle. Aujourd'hui les savants indépendants et non subventionnés partagent tous mon opinion (*); aussi, sans entrer plus avant dans le fond d'une discussion qui a absorbé tant de pages, je me contenterai de rappeler que les granules qui sortent du *pollen*, lancés avec explosion dans le liquide, sont très souvent des bulles infiniment petites d'huile essentielle pure ou tenant en dissolution de la résine, et d'autres fois du gluten précipité de son dissolvant par le mélange de l'eau (1285).

1437. En conséquence, la substance fécondatrice reste encore à déterminer; et je ne sais si je dois me permettre de mentionner ici les expériences de Henschel, qui, en Allemagne, a prétendu qu'on pouvait féconder les pistils des plantes avec des poussières même inorganiques, telles que la poudre de craie, de soufre et de charbon; ce travail n'est en vérité qu'une longue mystification; elle n'a été prise au sérieux en France que par un iconographe de l'Institut, dont le talent d'observation se réduit au talent de copiste, mais qui ne copie pas toujours des idées aussi maladroites. Je craindrais trop, à mon tour, d'imiter sa témérité, en invitant les expérimentateurs à vérifier l'assertion suivante que je leur livre avec la plus grande réserve. Ce boyau glutineux et ces globules glutineux (1418) qui s'élancent sur le pistil, et y disparaissent, ne seraient-ils pas destinés à porter, à travers les papilles aspirantes du stigmate, les éléments de la fermentation organisatrice, dans la cellule où doit naître l'ovule végétal?

(*) Voyez, à ce sujet, notre premier travail *sur les granules du pollen*, *Mém. de la Société d'hist. nat. de Paris*, tom. IV. — *Annal. des sciences d'observat.*, tom. I, pag. 230, 1829; et tom. III, pag. 92, 1830. — Tiedemau a copié textuellement presque tous les résultats de nos réfutations, dans son *Traité de physiologie de l'homme*, traduit de l'allemand par A.-J.-L. Jourdan. Paris, 1831, deuxième partie, § 580, etc.

DEUXIÈME ESPÈCE.

Pollen des organes foliacés. — Lupuline.

1438. Lorsqu'on agite les cônes femelles du houblon dans un sac, il s'en sépare une poudre jaune, qui, tamisée avec soin, pèse de 9 à 12 pour cent de cônes femelles; nombre qui varie en raison de l'époque de la cueillette, des circonstances météorologiques qui l'ont précédée et qui l'accompagnent, enfin en raison des modifications des ustensiles qu'on emploie. C'est cette poudre que Yves nomma *lupuline*, et qu'il trouva, par ses dernières expériences (*Journal de Pharmacie*, tom. VIII, pag. 219), composée de 36 parties de résine, 12 de cire, 11 d'une matière extractive amère, particulière, soluble dans l'eau et dans l'alcool, 5 de tannin, 10 d'extractif insoluble dans l'alcool, et 46 pour cent de résidu insoluble.

1439. Quelque temps après, Planche, Payen et Chevalier s'occupèrent à leur tour de l'analyse de la même poudre; ils reconnurent l'existence des mêmes substances, mais avec des proportions différentes.

1440. Postérieurement à tous ces travaux, j'éveillai l'attention des chimistes, sur l'organisation compliquée et sur l'analogie de la *lupuline*, et je figurai la région qu'occupaient dans ses cellules les substances chimiques. Cette publication (*) nécessita de nouvelles recherches, de la part de Payen et Chevalier, auxquels s'adjoignit Gabriel Pelletan. Il est résulté de leurs recherches la création d'une nouvelle substance qu'ils appellent *lupuline* ou *lupulite*, et qui, d'après les auteurs, est la substance amère du houblon, tantôt blanche ou légèrement jaunâtre et opaque, tantôt orangée et trans-

(*) *Bullet. des sciences phys. et chim.*, tom. VIII, pag. 333. Mém. sur les tissus organiques, § 57, tom. III des *Mém. de la Société d'hist. nat. de Paris*, 1827.

parente, peu soluble dans l'eau bouillante qui n'en dissout que 5 pour cent de son poids, très soluble dans l'alcool; elle n'est ni acide ni alcaline, inaltérable par les sels métalliques, insoluble dans les acides et les alcalis étendus; ne répandant l'odeur de houblon que lorsqu'on la chauffe; ne donnant point d'ammoniaque à la distillation, mais beaucoup d'huile pyrogénée.

§ I. ORGANISATION ET ANALYSE MICROSCOPIQUE DE LA LUPULINE (Yves).

1441. Examinée au microscope, cette poudre jaune ne se compose que d'organes vésiculaires riches en cellules, variant de volume autour de $\frac{1}{8}$ de millimètre, et de forme, autour de celle que représente la fig. 6 de la pl. 10. Chacun de ces grains est, après sa dessiccation, d'un beau jaune d'or, assez diaphane, aplati, offrant sur un point quelconque de l'une de ses deux surfaces, l'empreinte de ce point d'attache, par lequel le grain a dû tenir primitivement à l'organe qui l'engendre, point que je désigne ordinairement sous le nom de *hile*. On le voit très bien sur la fig. 6. Lorsqu'on examine ces grains fraîchement obtenus des cônes femelles encore vivants, on les trouve pyriformes, avec un pédoncule terminé par un *hile*, tels enfin qu'on les voit représentés, à la faveur d'une simple mais forte loupe, aux fig. 10 et 12 de la pl. 10.

1442. Si l'on enferme avec de l'éther une ou deux de ces granulations, dans la cavité des deux lames de verre, on voit l'éther se colorer en jaune d'or, et les granulations devenir de plus en plus transparentes, jusqu'à ne plus retenir qu'une teinte jaunâtre; elles s'offrent alors comme des vésicules aplaties dont la surface supérieure est traversée par quatre plis en croix (pl. 10, fig. 11).

1443. Si l'on répète l'expérience en grand dans un tube de verre, l'éther, par évaporation spontanée, abandonne,

u fond du vase, une substance jaunâtre que l'alcool redissout, et, sur les parois du vase, des gouttelettes d'huile essentielle qui, jaunes d'abord, se métamorphosent le lendemain en gouttelettes vertes sur les bords et incolores dans le centre.

1444. L'alcool se colore de la même manière que l'éther; mais le séjour le plus prolongé de cette substance, dans une suffisante quantité d'alcool, ne parvient jamais à la dépouiller de toute la matière jaune qui remplit ses cellules; alors ses grains semblent se dédoubler, et se présentent toujours comme une grande vésicule vide à l'intérieur, et dont les cellules, qui forment ses parois, sont seules remplies de la substance jaunâtre (pl. 10, fig. 7).

1445. L'ammoniaque présente des phénomènes plus dignes encore de remarque. Ce menstrue se colore, par le séjour de la *lupuline*, en un jaune rougeâtre que l'acide sulfurique change en jaune de cire; et l'ammoniaque dépose, par évaporation, une substance qui, après son entière dessiccation, refuse de se dissoudre dans l'alcool et dans l'éther, et qui se comporte comme la cire.

1446. Si l'on observe au microscope la poudre épuisée par ce menstrue, on remarque de grandes vésicules entières (pl. 10, fig. 1), ou des calottes de ces mêmes vésicules (fig. 2) infiniment transparentes, et qui sont divisées en un certain nombre de grands compartiments incolores, par un réseau de globules verts disposés en chapelets; elles retiennent encore les traces du *hile*. A côté de ces grands globules transparents, sont des grains jaunes opaques, et à un point quelconque de leur surface est attaché un boyau blanc plus ou moins tortueux et noué (pl. 10, fig. 3), analogue à celui qui sort si souvent du *pollen*, pendant son explosion (fig. 29), ou simple et réticulé (fig. 5), ou bien enfin une vésicule légèrement jaunâtre (fig. 4).

1447. Après un séjour de trois semaines dans une suffisante quantité d'ammoniaque, les cellules centrales du grain

de lupuline ne sont pas plus attaquées ; mais les globules verts se dépouillent de leur substance verte. Le grain de *lupuline* s'offre alors, comme le grain de fécule vidé sous l'influence de la germination (1002) (pl. 10, fig. 20), c'est-à-dire, avec la forme d'une vésicule presque incolore, dans le sein de laquelle est un paquet de cellules agglomérées (pl. 10, fig. 8). Donc l'ammoniaque n'en a pas attaqué l'intérieur.

1448. On s'assure que les vésicules (fig. 1 et 2) sont l'épiderme du grain de *lupuline*, soit parce qu'on les trouve résistantes sous l'instrument tranchant, ce qui ne serait pas si elles étaient sorties de l'intérieur du grain même, soit en les détachant mécaniquement de la surface du grain à l'aide d'une pointe. On les enlève, en effet, ou par morceau, ou dans leur intégrité, à la faveur d'une déchirure, qui s'opère sur leur surface et dont les bords se referment aussitôt.

1449. On s'assure que le boyau (fig. 3, 4 et 5) est sorti de l'intérieur du grain, en se moulant, pour ainsi dire, à travers la filière du *hile*. Ce boyau, en se tortillant, fait pirouetter la vésicule sur elle-même, et semble l'animer sous les yeux de l'observateur. A la faveur de la transparence des parois du grain, il est facile de voir que ce boyau est pris aux dépens du paquet de cellules internes, qui s'étirent ainsi à travers le *hile* ; et enfin l'espèce d'empâtement, qui fixe ce tissu cellulaire aux parois internes du grain, finit par s'en détacher, à peu près, comme la ventouse des annélides se détache de la surface, sur laquelle elle était auparavant appliquée. L'acide hydrochlorique fait sortir ce boyau, aussi vite que l'ammoniaque.

1450. L'iode colore en jaune les cellules externes des grains de *lupuline*, et en purpurin violet les cellules internes (1419).

1451. En étudiant ces organes fraîchement extraits de la plante, ces circonstances se présentent d'une manière encore plus pittoresque. A peine place-t-on cette glande fraîche sur la goutte d'eau du porte-objet, que, par une explosion véritablement pollinique, le boyau s'élance au dehors en se tortil

nt. Lorsqu'on a laissé séjourner les bractées du houblon ns l'eau, on n'a qu'à toucher un de ses organes avec la inte de l'aiguille, pour faire partir avec explosion ce boyau nucux, ou au moins un jet nuageux de granules innombra- es; et ce phénomène est visible à une simple loupe. On en- ve tout aussi facilement la calotte (fig. 1 et 2). En même mps on observe, à la surface de l'eau, une pellicule inorga- sée, qui, par l'agitation, se divise en compartiments anguleux, qui possède tous les caractères de la cire.

1452. Les grains de *lupuline* peuvent fonctionner ainsi, rès avoir été conservés dans des bocaux pendant au moins ux années, pourvu qu'ils n'aient pas été soumis préalable- ent à la chaleur de l'étuve. Seulement alors l'explosion est oins prompte ; car l'eau a plus de peine à s'introduire dans ntérieur du grain, pour attirer le boyau au dehors. En hi- r, l'explosion est bien plus tardive et plus lente qu'en été. ette explosion pollinique d'un organe aussi inconnu, avant on travail, dans les catalogues de physiologie, est un trait e lumière jeté sur le système de la fécondation des végé- ux.

1453. Il résulte de toutes ces expériences que la cire existe ans les grandes cellules de l'épiderme, et que la résine verte *chlorophylle*) occupe les petites cellules en chapelet du même rgane (1448) (fig. 1 et 2); que la résine jaune se trouve dans couche de cellules qui tapisse immédiatement la paroi in- rne de l'épiderme, et qui forme le *test* du grain de *lupuline* 1410) (fig. 8); que le *gluten* enfin, tel que nous l'avons ren- ontré dans l'intérieur du grain de *pollen* (1418), occupe ici ncore l'intérieur de la vésicule, et en sort avec explosion, ous l'influence des mêmes menstrues que chez le *pollen*. Quant à l'huile essentielle qui exhale l'arome du houblon, l'ex- périence par l'éther (1443) me fait présumer qu'elle est associée la résine verte, et réside dans les mêmes cellules (1448).

§ II. APPLICATIONS DE CES RÉSULTATS AUX EXPÉRIENCES EN GRAND.

1454. GLUTEN. — Les chimistes ne se sont nullement doutés de la présence du gluten dans la *lupuline*; il est resté à leur insu dans le résidu insoluble, qui se composait évidemment de la coque avec son tissu cellulaire, et du gluten renfermé dans l'intérieur de la coque, ou sorti à l'état de boyau (1449).

1455. MATIÈRE EXTRACTIVE AMÈRE, SOLUBLE DANS L'EAU ET DANS L'ALCOOL (Yves). — Cette matière est un mélange, 1° de gluten rendu également soluble dans l'eau et dans l'alcool par la présence d'un acide ; 2° de résine amère et d'huile essentielle que le même acide rend soluble dans l'un et l'autre menstrue.

1456. LUPULINE OU LUPULITE (Payen, Chevallier et Pelletan). — C'est la résine mêlée à l'huile essentielle aromatique et rendue soluble dans l'eau et dans l'alcool, à l'aide des acides libres (gallique et malique).

1457. J'ai dit (1451) que l'eau, dans laquelle on a laissé macérer des bractées fraîches, et j'ajouterai même, par anticipation, des feuilles fraîches de houblon, ne tarde pas à se couvrir d'une pellicule de cire, qui vient ainsi se déposer à sa surface, quoique l'eau soit impropre à la dissoudre. Mais on ne doit pas avoir oublié que l'ammoniaque, qui est le menstrue de la cire, se forme partout où il y a fermentation, et il y a fermentation partout où on laisse séjourner dans l'eau des tissus, surtout des tissus glutineux.

1458. Je ne parlerai pas des autres circonstances de l'analyse en grand; car évidemment elle fourmille de négligences et de doubles emplois, qui sont le fait unique de la méthode ancienne.

§ III. APPLICATIONS A LA PHYSIOLOGIE.

1459. L'analogie, je dirai presque l'identité des grains de [lup]uline avec les grains de *pollen* (1408), résulte sans con[tre]dit de toutes mes expériences, en sorte que je ne puis [m']empêcher de considérer les uns et les autres organes comme [des]tinés aux mêmes fonctions.

1460. Mais ces glandes polliniques se sont développées sur [la] page inférieure des follicules, dans l'aisselle desquels se [tro]uvent les ovaires. Si ces glandes sont l'équivalent du pollen [des] anthères, il doit s'ensuivre que, sans le secours des indi[vid]us mâles de houblon, les individus femelles seront habiles [à p]roduire des graines. Or, le fait a été constaté par le plus [exa]ct des observateurs, par Spallanzani (*), qui, ne se doutant [pas] de cette analogie importante, avait conclu que la fécon[dat]ion des plantes pouvait s'opérer sans le concours des or[gan]es mâles. Notre découverte a replacé cette anomalie au [ran]g des faits, qui militent en faveur du premier système de [f]écondation.

[1]461. On retrouve des glandes analogues (pl. 10, fig. 9 [et 1]1) sur le calice qui renferme l'ovaire du chanvre, et cela [au]ssi grande abondance, qu'on serait tenté de croire que la [sur]face du périanthe est saupoudrée de grains de *pollen*.

[1]462. Mais ce n'est pas seulement sur la page inférieure des [pér]ianthes qu'on rencontre ces organes polliniques; je les [déc]ouvris sur la page inférieure des feuilles très jeunes du [hou]blon (**), du chanvre, et on en rencontre d'analogues sur [les] feuilles en germination de l'érable, sur les feuilles de la [me]rcuriale, de l'épinard, etc., avec des modifications de [stru]cture un peu différentes. Ces organes tombent à un cer-

(*) *Expér. pour servir à l'hist. de la génér. des anim. et des plantes*, trad. [S]énebier, pag. 341.

(**) Ce sont là les organes que Guettard avait déjà désignés sous le [nom] de *glandes vésiculaires*. (*Observat. sur les plantes*, vol. II, pag. 22.)

tain âge et avec le développement de la plante. Or, suivons encore ici les données de l'analogie. Des organes polliniques indiquent d'avance une fécondation à opérer. Mais sur les feuilles de la plante, quelle espèce d'organes peuvent-ils féconder? — J'ai démontré, dans les travaux de pure physiologie, l'analogie de l'ovaire avec le bourgeon; j'ai figuré des ovaires qui retenaient encore les caractères des bourgeons mêmes (*). Eh bien! si l'ovaire a besoin de l'influence de l'organe pollinique pour se développer en embryon, le bourgeon, pour se développer en rameau, serait-il soumis à une loi différente? Et n'est-il pas plus que probable que les organes polliniques des feuilles sont les agents de cette fécondation? La feuille, dans ce cas, serait une anthère insérée comme l'étamine qui supporte l'anthère, inférieurement à l'*ovaire-bourgeon*, mais différant de l'anthère, en ce que celle-ci tombe, après avoir lancé ses grains sur le pistil, tandis que la feuille survit à l'explosion pollinique, et sert de *cotylédon* nourricier au bourgeon qui se développe, comme elle lui avait servi d'organe mâle, pour déterminer son développement. Quant au pistil, il n'y a qu'à examiner un jeune bourgeon avant sa fécondation, pour ne plus conserver de doute sur l'analogie de cet organe. J'ai figuré (**), à cette fin, de jeunes bourgeons de *Lythrum salicaria*, dont les deux bractées représentent admirablement bien des stigmates de graminacées. Ces bractées se dessèchent ensuite et tombent, comme les stigmates et les pistils de toutes les plantes, après la fécondation.

1463. On objectera qu'il est des feuilles qui, à aucune époque, n'offrent sur leur surface, le moindre organe analogue aux organes polliniques que je viens de décrire. Je pourr

(*) *Sur la formation de l'embryon dans les graminées*. (Ann. des scie natur. 1825, tom. IV; Ann. des sciences d'observ., tom. II, pag. 1829, etc.)— *Nouv. syst. de physiol. végét. et de botan.*, 1836.

(**) Tom. III des *Mém. de la Société d'hist. nat. de Paris*, pl. 4, fig § 130.

ontester le fait; car, à une certaine époque de son extrême unesse, il n'est pas de feuille qui n'offre, au moins sur ses ords, des glandes plus ou moins allongées, dont on retrouve nsuite les traces au bout des dentelures marginales; or l'observation faite sur un assez grand nombre de végétaux met à ême de constater que, par des dégradations successives de ructure, les glandes polliniques arrivent jusqu'à la simplicité de certains poils, au sommet desquels on trouve encore uvent une vésicule pleine de sucs, soit résineux, soit caustiues. Mais j'admettrai pourtant le fait de l'absence complète ces organes externes comme vrai, et j'assurerai que même ors la feuille n'est pas privée de ses organes de fécondation; trouve en effet l'analogue des glandes polliniques, dans ces sicules compliquées de l'épiderme, que les physiologistes ont nproprement nommées *pores corticaux*). Car si l'analogie des rmes peut permettre de soupçonner l'analogie des fonctons, quelle plus grande analogie que celle de ces prétendus res *corticaux*, avec certains grains de *pollen* vides de leurs bstances fécondantes (pl. 10, fig. 20)? Dira-t-on que ces *pores rticaux* sont aplatis, tandis que les grains de *pollen*, même des, sont arrondis; mais il est facile de démontrer le conaire, en laissant macérer dans l'eau le tissu d'une feuille de *ytolacca decandra*; on ne manque pas en effet de rencontrer un certain nombre de ces organes épidermiques, qui se nt pour ainsi dire gonflés, et qui apparaissent alors comme s bourses abouchées aux mailles irrégulières du réseau acéré.

1464. La raison, pour laquelle les glandes polliniques affctent la page inférieure des organes foliacés, se conçoit, and on voit les jeunes feuilles ou bractées ployées en deux r leur face antérieure. Je ne puis qu'indiquer ici sommaiment, et sous forme d'aperçus, ces idées, qui me semblent re destinées à changer un jour la face de la physiologie végétale, en la ramenant à la plus heureuse simplicité, et je nvoie mes lecteurs au *Nouveau système de physiologie vé-*

gétale et de botanique, où la démonstration se trouve développée *ex professo*.

§ IV. APPLICATIONS A L'INDUSTRIE.

1465. On aurait tort de croire que la propriété que l'on cherche à utiliser, en *houblonnant* la bière, réside exclusivement dans les glandes polliniques du houblon. Tous les organes foliacés de cette plante, les tiges mêmes, sont imprégnés de cet arome tant recherché. On le retrouve encore dans tous les organes frais du chanvre, plante qui, en cas de besoin, pourrait remplacer avantageusement le houblon dans la confection de la bière.

1466. Si l'expérience venait à démontrer qu'il y a plus de profit à employer exclusivement les granulations polliniques (*Lupuline*, Yves) soit du houblon, soit du chanvre, on ne devrait pas perdre de vue que les jeunes feuilles, tamisées comme les cônes femelles (1462), sont susceptibles d'en fournir une quantité tout aussi considérable.

DEUXIÈME DIVISION (880).

SUBSTANCES ORGANISÉES ANIMALES.

PREMIER GENRE (*).

TISSU ADIPEUX.

1467. Qu'on prenne une graisse ferme et qui n'ait pas encore été soumise à l'action du mortier ou à celle d'une température élevée, (les graisses de mouton, de veau et de bœu

(*) *Répertoire d'anatomie*, tom. III et tom. V, 1827 et 1828.

se prêtent très bien à cette opération ; la graisse de porc s'y refuse, à moins qu'on n'opère à une température de — 5° au moins); qu'on déchire ensuite, sans l'écraser, la masse graisseuse sous un petit filet d'eau, et au-dessus d'un tamis à mailles assez larges, sous lequel on aura eu soin de placer une terrine; à chaque tiraillement du tissu, l'eau qui tombe sur la masse adipeuse, détache des myriades de granules pour ainsi dire amylacés (881), et quelquefois des fragments assez volumineux de tissu cellulaire. Les fragments restent sur le tamis, et les granules passent à travers les mailles, tombent jusqu'au fond de la terrine d'eau, remontent ensuite à la surface du liquide, où ils se rassemblent, sous forme d'une poudre cristalline et blanche comme la neige.

1468. Lorsque cette malaxation est achevée, c'est-à-dire lorsque l'eau ne passe plus laiteuse, il reste entre les mains un tissu réduit à l'aspect et à la consistance de tous les tissus membraneux des animaux. On n'a plus alors qu'à enlever, avec une écumoire, la couche des granules qui se tiennent en suspension à la surface de l'eau de la terrine, et à les laisser égoutter sur un filtre soit en toile, soit en papier. On obtient ainsi, à l'état sec, une poudre amylacée, mais plus douce, plus grasse au toucher, et qui ne réfléchit pas la lumière, d'une manière aussi cristalline que le fait un dépôt amylacé.

1469. Les granules qui la composent et qui se tenaient en suspension à la surface de l'eau, se précipitent au contraire dans l'alcool froid; et ils ne m'ont pas paru, même après quinze jours de dépôt dans ce menstrue, avoir subi aucune altération appréciable; ils se comportent à peu près dans l'alcool, comme la fécule dans l'eau froide, où elle se conserve intègre presque indéfiniment (916).

§ I. CARACTÈRES PHYSIQUES DES DIVERSES ESPÈCES DE GRANULES ADIPEUX.

1470. Observés au miscroscope, ces granules (pl. 10, 30, 34) affectent des formes et des dimensions variables, non seulement selon les divers animaux, mais encore dans le même animal, et même selon l'âge des animaux; toutes circonstances que nous avons eu lieu de remarquer à l'égard des grains de fécule (885).

1471. Les granules adipeux du mouton, du veau et du bœuf se présentent au microscope avec des facettes si nombreuses et si bien dessinées, qu'on serait tenté de les prendre pour les cristallisations les plus régulières. Par réfraction (pl. 10, fig. 32, 37) les facettes externes paraissent noirâtres et celles du champ jaunâtres. Par réflexion, au contraire (fig. 30, 35) chacun de ces granules est d'un blanc cristallin; et ils réfléchissent tous la lumière, comme le feraient de beaux cristaux de quartz. Leurs formes et leurs diamètres varient à l'infini, mais entre des limites bien plus rapprochées que chez les grains de fécule (1036).

1472. Les granules de la graisse de porc (fig. 30, 35) s'éloignent des formes et de l'aspect cristallin des granules des trois animaux précédents, et se rapprochent, d'une manière frappante, des globules de fécule. Ils sont arrondis, oblongs, turbinés ou réniformes, possédant un *hile* bien plus visible et plus considérable que celui que nous avons déjà remarqué, sur tous les globules qu'on avait crus jusqu'ici isolés. Par réflexion (fig. 30) ils sont blancs comme les autres, et jaunâtres par réfraction (fig. 35), plus colorés en noir sur les bords que ceux-là, et laissant entrevoir, sur leur surface ou dans leur sein, des globules isolés. Leur diamètre dépasse de beaucoup les plus gros du mouton ou du bœuf. Mais pour les obtenir isolés, il est nécessaire de laisser la masse adipeuse exposée, pendant une heure au moins, à une température de — 5°, de

malaxer ensuite le tissu (1467) dans une eau amenée à une température, qui peut s'élever à + 2° ou + 3° environ.

1473. Chez les insectes, les granules adipeux sont en général aussi turbinés que les *glandes polliniques* de l'érable (pl. 10, fig. 12), à cause du *hile* considérable qui les termine à la base.

1474. La graisse humaine, plus fluide que celle du porc, offre plus de difficultés, sous le rapport de l'étude de ses globules. A la température ordinaire, il serait impossible, par la malaxation, d'obtenir autre chose qu'un *magma* désorganisé. Mais en laissant séjourner un morceau de cette espèce de graisse dans l'acide nitrique ou dans la potasse liquide, on ne tarde pas à obtenir un résultat satisfaisant. Ces deux espèces de saponification consolident la partie incluse de chaque grain, et désagrègent ces granules, par le retrait qui résulte de l'action chimique. Mais il ne faut pas perdre de vue que l'effet de ces deux réactifs variera, selon la température et les quantités relatives des substances employées, et, d'un autre côté, que l'excès de la chaleur résultant du mélange, ou bien la concentration du réactif, pourrait carboniser la substance graisseuse ou en altérer le tissu cellulaire. C'est par ce double procédé, que j'ai reconnu la forme des granules adipeux pris sur le sein, sur la poitrine, la cuisse, le pubis, le mésentère d'une femme morte en couches à l'âge de 30 ans; ils sont tels qu'on les reconnaît par réfraction ou par réflexion (568) aux fig. 37 et 38 de la pl. 10. Les bords, par réfraction, en paraissent un peu frangés, et offrent çà et là quelques traces de l'action corrosive de l'acide nitrique, dans lequel je les ai laissés macérer quatre heures.

1475. En laissant séjourner dans l'eau froide le tissu adipeux, on parvient encore à en observer l'organisation sur quelques fragments. Il est vrai que, dans ce cas, les cellules, au lieu d'être polygonales, en sont arrondies et globuleuses; qu'au lieu d'être fortement ombrées, comme dans l'expérience ci-dessus, elles conservent toute la limpidité de l'huile;

et que, par conséquent, on aurait pu m'objecter que je voyais là, non des cellules, mais des gouttelettes d'huile qui se seraient agglomérées en ces endroits, après avoir été exprimées des tissus adipeux. Mais, à l'aide d'une pointe, on s'assure qu'elles sont emprisonnées chacune dans leur vésicule propre, ainsi qu'on peut s'en faire une idée, par la fig. 36, qui appartient à un fragment de graisse prise sur le pli du coude d'un enfant mort à l'âge de huit ans.

1476. Enfin, en laissant dessécher spontanément à l'air un flocon de graisse humaine, on finit par rencontrer des bords qui, observés au microscope, offrent les résultats les plus satisfaisants; car on a alors l'image la plus parfaite du tissu cellulaire des végétaux. La fig. 40 représente, au grossissement de 100 diamètres, le bord d'un flocon de graisse pris sur la femme, dont j'ai parlé ci-dessus. On y voit les cellules distendues (*a*) sur les bords du flocon, et les cellules (*b*) affaissées, après avoir été vidées, par suite de leurs solutions de continuité.

1477. Il est impossible de ne pas reconnaître ici l'identité de structure de la graisse humaine, avec celle de la graisse de veau ou de bœuf, observée, avant toute malaxation, sous le microscope (fig. 34). Mais en même temps on s'aperçoit que les cellules contiguës de celle-ci se désagrègent sous la pression d'une pointe, tandis que celle de la graisse humaine résistent à la pression, ou se vident et s'affaissent en se déchirant; d'où il faut conclure que dans la graisse humaine, les globules graisseux sont unis par l'adhérence de leurs parois, tandis que le contraire existe dans la graisse de veau ou de mouton. Le réseau de la fig. 34 est donc un effet de la réfraction de l'air, qui s'interpose entre les parois des granules, tandis que le réseau anastomosé de la fig. 40 est l'indice d'une organisation vasculaire (1103).

1478. De même qu'à l'égard de la fécule (1036), j'ai pris soin de mesurer les dimensions extrêmes des divers granules que je viens de décrire; le tableau suivant indique les résultats de ces observations en fractions de millimètre.

(1479) Granules adipeux de

PORC.	BOEUF.	VEAU.	MOUTON.	HOMME.	ENFANT.	HANNETON.
Réniformes et mous.	Polyèdres inscrits dans une sphère, ou oblongs, très fermes.	*idem.*	*idem.*	Polyèdres mous et non susceptibles de s'isoler.	*idem.*	Turbinés et mous.
$\frac{1}{3}$ sur $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{3}$ sur $\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$ sur $\frac{1}{10}$ $\frac{1}{4}$ sur $\frac{1}{7}$ $\frac{1}{5}$	$\frac{1}{8}$ sur $\frac{1}{10}$ $\frac{1}{7}$ sur $\frac{1}{14}$ $\frac{1}{15}$	$\frac{1}{7}$ sur $\frac{1}{15}$ $\frac{1}{4}$ sur $\frac{1}{7}$ $\frac{1}{10}$ $\frac{1}{7}$	$\frac{1}{25}$ $\frac{1}{14}$ $\frac{1}{7}$	$\frac{1}{50}$ $\frac{1}{30}$ $\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$

1480. Ce tableau prouve évidemment que les granules de graisse de l'animal jeune, affectent des diamètres inférieurs aux granules de la graisse de l'adulte ; par conséquent ces granules ont grandi avec l'animal lui-même, ce que nous avons déjà eu occasion de remarquer à l'égard de la fécule (886) et des cellules végétales (1103).

§ II. ORGANISATION DU GRANULE ADIPEUX.

1481. Quoique l'analogie indiquât d'avance que chacun de ces granules isolés est une cellule, composée au moins d'un tégument et d'une substance quelconque y incluse, cependant il était nécessaire de le vérifier par l'expérience directe. C'est ce qu'il est facile d'exécuter au microscope, au moyen de l'alcool bouillant et à l'aide de l'appareil déjà décrit (636). Tant que l'alcool n'entre pas en ébullition, le granule graisseux reste stationnaire ; mais dès que l'ébullition commence, on voit le glanule se distendre, devenir transparent ; on distingue alors dans son sein des globules internes ; bientôt il se déchire en deux ou trois fragments, qui s'agitent au gré du liquide, mais ne subissent pas la moindre altération, pendant tout le cours de l'expérience. On voit en même temps passer

sous ses yeux, avec toute la rapidité de l'ébullition, une foule de débris semblables à celui qu'on observe immobile, et qui ne s'altèrent pas plus que lui.

1482. Si ensuite on remplace la lampe par le miroir réflecteur, et qu'on laisse refroidir le liquide renfermé dans le verre de montre, on pourra se convaincre que le précipité qui s'opère par le refroidissement, se compose uniquement des *téguments insolubles* des granules graisseux, pourvu toutefois que l'alcool soit assez abondant pour dissoudre, à froid, toute la quantité de substance soluble renfermée dans la capacité des téguments.

1483. Quand on fait l'expérience en grand dans un excès d'alcool, le précipité est plus manifeste, quoique l'alcool retienne en suspension une grande quantité de petits débris des *téguments*. Lorsqu'on examine un de ces téguments précipités, on le trouve souvent parsemé, sur toute sa surface, de globules que l'on croirait organisés; mais, à l'aide de l'alcool pur, on s'assure que ce ne sont que des gouttelettes de la substance soluble, que la quantité d'alcool employée n'a pu tenir en solution à froid (fig. 37).

1484. Afin de ne point faire de double emploi, je renvoie l'étude de la substance soluble, à la partie de ce volume, où je traiterai des *substances organisatrices*.

1485. Mais il importe de faire remarquer deux choses : la première c'est l'analogie frappante qui existe, entre l'amidon chez les végétaux, et les glandes adipeuses chez les animaux. Comme l'amidon (909), chaque granule graisseux se compose d'un tégument et d'une substance incluse; ces deux substances sont aussi peu azotées que l'amidon; l'amidon et la graisse servent également à la nutrition des organes de développement; partout où il y a excès de vie et d'activité, on voit la graisse se sacrifier et disparaître; partout où il y a repos, on la voit s'entasser dans ces réservoirs; enfin ces granules affectent des dimensions d'autant plus considérables que l'animal est plus âgé. La seconde chose à observer

c'est le parti qu'on peut tirer, dans l'industrie et dans les analyses élémentaires, de ce que nous avons dit, sur la malaxation de la graisse de mouton, etc. (1467). Il est certain, en effet, qu'on obtient de cette manière la graisse au plus grand état de pureté possible, et sans l'altérer par la chaleur, avant de la soumettre à l'analyse élémentaire.

§ III. DÉVELOPPEMENT DU TISSU ADIPEUX.

1486. L'analogie de structure, entre les granules adipeux et les grains amylacés, permet de soupçonner l'analogie de leur développement vésiculaire (1103). L'anatomie vient à l'appui de cette hypothèse, et lui rend tous les caractères d'une démonstration.

1487. Soit, en effet, un morceau de graisse ferme, telle que celle du mouton, du veau et du bœuf (10, fig. 39). On peut constater, par le plus simple mécanisme, que cette masse se compose d'une vésicule externe (*aa*), à parois fortes et membraneuses; qu'elle enveloppe des masses assez considérables (*b*), faciles à séparer les unes des autres, et revêtues chacune à leur tour, d'une membrane vésiculeuse à parois moins fortes que la vésicule externe, et renfermant à leur tour, comme cette dernière, un certain nombre de masses d'un plus petit calibre, lesquelles en renferment d'autres, et ainsi de suite jusqu'aux vésicules (*c*) qui enveloppent immédiatement les granules adipeux (*d*), et dont les parois sont si minces, qu'à l'œil nu on serait tenté de prendre, pour une seule vésicule, l'agrégat de ces nombreuses petites cellules remplies de granules adipeux. On s'assure encore, dans cette opération, que chacune de ces masses partielles tient, par un point quelconque de sa surface, à la face interne de la vésicule qui la renfermait; en sorte, qu'en suivant cette analogie, on doit admettre que les granules adipeux tiennent, par un *hile*, à la cellule qui les renferme, ainsi que nous avons déjà eu l'occasion de le remarquer à l'égard du grain de fécule. Ce

hile est invisible sur les granules de graisse ferme du mouton et du veau, parce qu'il a été comprimé comme toutes les facettes du granule adipeux; il est plus visible, au contraire, sur les granules de graisse molle à la température ordinaire, parce qu'alors l'action du liquide contenu, arrondissant la vésicule, fait saillir au dehors le *hile* pédonculé (fig. 35).

1488. Ces diverses vésicules (*a*, *b*), surtout les plus externes et les plus fortes, offrent à leur surface un réseau vasculaire rougeâtre; mais on reconnaît facilement que ces vaisseaux ont un calibre graduellement d'autant plus fort qu'ils approchent de plus près du point d'adhérence de la vésicule, et que c'est à ce point qu'ils s'abouchent avec l'un des vaisseaux de la vésicule plus grande qui les contient. Cette circonstance complète l'analogie de ce tissu cellulaire animal avec le tissu cellulaire végétal (1103); analogie que nous avons déjà remarquée (1476), à l'occasion de la graisse humaine (pl. 10, fig. 40).

1489. C'est surtout dans le jeune âge des animaux, dans l'âge presque embryonnaire, que la structure du tissu adipeux se montre avec les caractères que lui suppose la théorie. Nous l'avons fait figurer à cette époque (pl. 18, fig. 14 et 17), d'après le petit moineau que la fig. 20, pl. 19, représente sur le point de sortir de sa coque. La graisse à cet âge s'offre sous l'épiderme, avec la forme de jolies grappes de lobules blancs et cotonneux, distants entre eux, disposés comme en longs chapelets, sous une enveloppe générale, dont la transparence se confond avec le fond rosé de la chair musculaire; on les distingue, à travers l'épiderme, sous l'aisselle de l'animal, et ils tapissent le canal intestinal et le mésentère (1474). A l'œil, et même à une loupe de deux pouces de diamètre, chacun de ces lobules joue le rôle des granules graisseux du mouton vus à 100 diamètres; et comme ils n'ont en réalité que $\frac{1}{2}$ millimètre de diamètre, ils se montrent à ce grossissement, avec un diamètre apparent de 2 millimètres, c'est-à-dire 15 fois plus petits que les granules de porc (1472), vus

à un grossissement linéaire de 100 fois ; car à la vue simple ou si faiblement armée, ces lobules, comme les granules dont nous venons de parler, sont placés aux dernières limites de la vision. Ils adhèrent intimement par un point de leur surface à la paroi interne de la cellule transparente qui les emprisonne ; et quand on déchire celle-ci et qu'on veut en détacher les lobules avec la pointe d'une pince, on entraîne la membrane recouvrante, qui suit le lobule, en obéissant pour ainsi dire à une espèce de ligament. La *fig.* 17, pl. 18, les représente en place, vus par réflexion, et à un simple grossissement linéaire de 8 fois. Mais en reculant les bornes de la vision, on reconnaît que la structure de chacun de ces lobules a perdu la simplicité qu'on lui aurait supposée d'abord. On trouve alors que chacun de ces lobules est composé de lobules plus petits, qui sont emprisonnés dans ses compartiments, exactement comme il l'était lui-même dans les compartiments de la membrane transparente. La fig. 14 les représente grossis 50 fois et vus par réfraction ; on croirait avoir ainsi sous les yeux une agrégation de cellules végétales pleines de granules verts (pl. 6, fig. 20), ou de cellules glutineuses féculigères (*ibid.*, fig. 35.)

Lorsque, par la dissection, on arrive aux cellules de dernière formation, on les trouve distendues par de l'huile liquide à la température ordinaire.

§ IV. APPLICATIONS.

1490. Pour extraire la graisse destinée à la fabrication des chandelles, on jette en masse les morceaux de graisse dans le bain-marie, et l'on passe, lorsque tout est en fusion. Mais nous avons vu que chaque grand lobe est tapissé de vaisseaux sanguins, qui doivent altérer d'autant la pureté du produit. Il nous semble que la fabrication trouverait un certain avantage, sous ce rapport, à malaxer la graisse sous l'eau, comme on malaxe la farine, et à extraire les cellules adipeuses comme on extrait l'amidon, pour les fondre ensuite au bain-marie, pu-

res de tout mélange, et réduites à leur plus simple expression. C'est du moins ainsi que l'on doit procéder, lorsqu'on se propose de soumettre la graisse à l'analyse élémentaire (224).

§ V. EXEMPLES DE LA BONNE FOI QUE PROFESSE LA CRITIQUE ACADÉMIQUE.

1491. Il est, je crois, assez généralement reconnu que Ducrotay de Blainville, dans le temps où il travaillait, observait fort vite et citait toujours fort mal, ce qui mettait les observateurs consciencieux également en garde, et contre ses observations, et surtout contre ses critiques; or les disciples trop dévoués ne prennent jamais des maîtres que leurs défauts; aussi l'école officielle de Blainville porte un peu trop loin cette fidélité d'usage envers la manière du maître; nous en trouvons un exemple, qui se rapporte immédiatement au sujet que nous traitons, dans un travail publié par le *journal* qui, grâce aux largesses ministérielles, se publie sous les auspices de Blainville (*Annal. franç. et étrang. d'anatomie,* mars 1827, nº 2). Le rédacteur nous y fait l'honneur de copier presque textuellement l'historique des travaux qui ont eu l'étude des graisses pour objet, lequel se trouve à la suite de notre premier travail publié, il y a plus de dix ans, dans le *Répertoire d'anatomie*, tom. III et V; mais il le copie à la manière des analyses du *Journal de chimie médicale* (1055), c'est-à-dire en ayant l'air de l'avoir trouvé tout seul. Il se rencontre ensuite avec nous, par un hasard plus heureux, sur tous les points principaux de notre mémoire, et se montre enclin à nous pardonner tout ce qu'il trouve que nous avons bien vu. Mais tout-à-coup son indulgence flatteuse nous abandonne, et malheureusement c'est encore en nous transcrivant, ce qui est une par trop fidèle imitation du genre de talent, qui caractérise les rapports académiques de Blainville. Voici sur quoi porte le premier grief du critique : « Tous les auteurs, qui ont admis » l'existence de ces vésicules, ont prétendu que chacune d'elles

recevait un pédicule vasculaire, qui se ramifiait dans ses parois. Ce fait a été répété, depuis Malpighi, par tous ses successeurs, plus tard par Hunter, et dans ces derniers temps par Béclard et par M. Raspail. » Il semble que quand on assure avec tant de fermeté, on a dû vérifier l'assertion de tête reposée; et pourtant nous sommes forcé d'avouer que jamais Malpighi n'a dit ce que l'auteur lui prête, et qu'ensuite nous, nous avons dit tout le contraire de Malpighi, et, par conséquent, tout le contraire de ce que le critique mal inspiré nous fait dire. Nous transcrivons textuellement le passage de notre premier mémoire, auquel l'auteur fait allusion. « Les vaisseaux (dont parle Malpighi), y disions-nous, ne sont autre chose que les points de contact des granules graisseux entre eux; et tout cet appareil eût disparu aux yeux de Malpighi, s'il avait écarté les uns des autres les granules adipeux. On peut se faire une idée de ce que nous avançons par la fig. 6, pl. 11, qui représente les granules adipeux de la graisse de veau disposés les uns contre les autres, et offrant par réfraction une espèce de réseau qui ne provient que de leurs interstices (*). » Dans ce premier mémoire, où l'auteur a puisé ses citations, nous disions donc positivement le contraire de ce qu'il nous fait dire, et nous expliquions, par une illusion d'optique, ce que Malpighi avait bien vu, mais mal interprété. La figure de ce travail, nous l'avons reproduite pl. 7, fig. 5, de la première édition du *Nouveau système de chimie organique*, et pl. 10, fig. 34, de cette deuxième édition.

1492. Il est vrai que dans le texte de la première édition, p. 191, § 428, qui est reproduit textuellement dans celle-ci, on trouve la phrase suivante : « Ces diverses vésicules (*a*, *b*), surtout les plus externes et les plus fortes, offrent à leur surface un réseau vasculaire rougeâtre. » Vous le voyez, s'écrierait Blainville dans un rapport académique, l'auteur a

(*) *Recherches sur les graisses et les tissus adipeux*, pag. 15 du mémoire imprimé dans le *Répertoire d'anatomie*, en 1827.

réellement émis l'opinion que nous lui avons attribuée ! Il paraît que son école a fait la même exclamation, en écrivant son reproche. Mais malheureusement il se trouve que ces messieurs ont commis, en traduisant du français, le même contre-sens qu'a déjà commis l'Académie en traduisant le latin de Leeuwenhoeck (967, 5°) ; elle a pris, pour la paroi des granules adipeux, les membranes du tissu cellulaire, dont nous avons décrit les emboîtements ; et pourtant nous avions eu soin de marquer les unes et les autres par des lettres ; c'est-à-dire, si on veut bien prendre la peine, dont la critique subventionnée a cru devoir se dispenser, et confronter le texte avec la fig. 59, pl. 10, on trouvera que de son académique gré, la critique a attribué aux organes notés (*d*) ce que nous ne disions que des membranes notées (*a* et *b*) ; et sur celle-ci le réseau vasculaire se voit à l'œil nu.

1493. Ainsi nous n'avons rien dit d'analogue à ce que nous prête la critique ; et nous ne saurions nous expliquer, si nous ignorions le dieu qui l'a inspirée, comment, après avoir copié fidèlement pour son compte, les points principaux du travail elle s'est tout-à-coup départie de cette fidélité, quand de guerre lasse, il lui a pris fantaisie de retourner son bout de plume contre nous. Mais la critique subventionnée est comme la poésie : elle réussit mieux dans la fable que dans la vérité passons à une autre espèce de ces fables.

1494. Depuis que la théorie vésiculaire s'est glissée des mains du plagiat académique, pour se faire jour en son propre et privé nom, Ducrotay de Blainville a juré au pouvoir de la lui ramener morte ou vive; car lui seul a découvert le défaut de la cuirasse, et ce défaut se trouve juste au point que nous avons désigné, chez les organes microscopiques, sous le nom de *hile* (1001, 1411, 1441) ; il a mis, à la piste des *hiles* les élèves qui travaillent sous ses inspirations ; et ici la couronne est à celui qui revient sans en avoir trouvé ; à ceux qui ont la maladresse d'en avoir aperçu sur leur passage, il leur dit : chut ! n'en parlons pas; cela ne prouve rien. Or no

ions eu la hardiesse grande de nous fonder sur l'analogie, qui t la prévoyance de la classification : nous avions dit : il suffit ue je rencontre des organes adhérents par un point de leur rface, et emportant avec eux, lorsqu'on les détache, la trace leur adhérence, le funicule de leur communication, leur *le* enfin, pour pouvoir prononcer, sans craindre de comettre un sophisme, que le même *hile* existe sur tous les ornes analogues, sur lesquels sa petitesse ou un accident peut rendre invisible à nos moyens d'observation. Ce raisonneent est à la portée du plus jeune et du moins intelligent des èves; les botanistes admettent, comme un article de foi, xistence du *hile* sur les graines d'*Orchis*, d'*Orobanche*, sur squels il est impossible de le distinguer. Mais, a dit Pascal, vérité n'est pas partout la même; elle varie selon les temps, s hommes et les lieux; il paraît que ces messieurs ont pris sérieux cette parole acerbe du grand homme; et quand il igit des graisses, la vérité n'est plus à leurs yeux fille de nalogie comme lorsqu'il s'agit des graines; la vérité tient ici une seule lettre. En conséquence, l'un des protégés a eu pour che spéciale, de revoir une à une toutes les observations du avail sur les spongilles et l'alcyonnelle; il l'a tellement trouvé act, qu'il le copie, mais en citant à chaque pas Blainville, mme c'est d'étiquette. Sur les œufs de la spongille le *hile* t si apparent qu'on ne saurait le nier; mais l'École ajoute : Qu'est-ce que cela prouve? » Passons à l'œuf de l'alcyonnelle. i je n'en ai pas aperçu, dit le jeune homme. Mais il est vrai ie l'auteur ne l'y a aperçu qu'une fois. — « Bien, s'écrierait ainville; vous le voyez, le *hile* n'existe nullement, *ni, hilum*, is même de l'épaisseur d'un hile, auraient dit les anciens; il existe pas sur celui-ci, donc il n'existe pas sur l'autre, où on distingue clairement. » — Un autre a été mis à la recherie des taches du travail de la graisse; il en a trouvé deux; ous venons d'effacer l'une ci-dessus; la seconde est relave à ce *hile*, qui empêche de dormir le maître; récompense onorable à celui qui rapportera une tête seulement de *hile*.

Or, nous avons dit que les granules de graisse isolés, sur lesquels le *hile* se voit le mieux, sont les granules de la graisse de porc et ceux d'insectes ? La récompense honorable ne saurait être adjugée à ceux-là, puisqu'on les voit bien munis d'un *hile*. Mais nous avons fait observer que sur les granules de graisse, qu'on obtient fermes et amylacés, le *hile* ne se montre pas plus que sur les grains d'Orobanche, et cela par la même raison, parce qu'il a cassé. C'est sur ceux-là que la subvention se rabat, et elle chante triomphe en assurant qu'elle n'a pas été plus heureuse que nous. On comprend ce que coûtent ces sortes de travaux, où l'auteur critiqué fournit seul les faits à la critique, qui les reconnaît tous vrais, et n'a pas ainsi besoin de les vérifier par elle-même; voici la recette de ce procédé : voulez-vous faire une critique? prenez le travail d'un auteur; encadrez certains alinéas à l'encre noire et certains autres à l'encre rouge; à l'encre noire tous ceux où l'auteur dit positivement j'ai vu, et à l'encre rouge tous ceux où il dit je n'ai pas vu. Copiez les premiers et les seconds pour votre propre compte, et en ne changeant les premières personnes qu'aux seconds; partout où se trouve *je* dans ceux-ci, mettez à la place l'*auteur*; il faudra être l'auteur lui-même, pour reconnaître le stratagème, et vous aurez dans cette malice, matière à un article officiel ou à un rapport académique. C'est ainsi, et fidèle à l'ordre, qu'a procédé l'auteur de l'article, auquel vraiment nous ferions trop d'honneur, si notre réponse ne s'adressait qu'à un mauvais article et non à un mauvais principe.

1495. Nous terminerons par une plaisanterie; car nous ne sommes pas les seuls à nous en permettre; Minerve prend quelquefois la marotte. « L'auteur, continue l'article du journal (*) (cet auteur c'est nous), ajoute que le *hile* est *plus visible* sur les granules de graisse molle; mais qu'est-ce qu'un fait qui est plus visible qu'un fait invisible? C'est peut-être

(*) *Annal. françaises et étrangères d'anat.*, n° 2, pag. 154.

uelque chose de plus que rien, mais à coup sûr, ce n'est as assez pour des hommes sérieux. » Ce qui nous rassure, c'est qu'en écrivant cette phrase, le critique ne l'était pas; ar, quoique nous ayons assez bonne mémoire, nous avons ourtant pris la peine de relire, phrase par phrase, tout ce que ous avons imprimé et réimprimé depuis dix ans sur les grais-s, et l'on sait que nous n'avons pas le talent des Dutrochet des Blainville, celui de changer nos opinions tous les ans nos idées tous les quarts d'heure; eh bien! nous n'avons en trouvé qui se rapporte à la plaisanterie française et étran-re, que nous venons de copier textuellement, mais non pas our notre propre compte; l'auteur se la serait épargnée, s'il ait cité la nôtre, avec la même ponctualité. Pour réfuter une itique de ce genre d'atticisme, il suffit d'opposer le texte criminé; voici nos phrases textuelles : « Ils (*les granules graisse de porc*) sont arrondis, sans être sphériques, oblongs réniformes, et possédant un *hile* BIEN PLUS VISIBLE et bien us considérable, que celui que j'ai découvert sur tous les obules végétaux qu'on avait crus jusqu'à ce jour isolés. » *Recherches physiolog. sur les graisses*, page 4, imprimées ns le *Répertoire général d'anatomie*, 1827). — « Ils (*les êmes granules*) sont arrondis, oblongs, turbinés ou réni-rmes, possédant un *hile* BIEN PLUS VISIBLE et plus considé-ble que celui que nous avons remarqué, sur tous les globules 'on avait crus jusqu'ici isolés. » (*Nouv. syst. de chimie ganique*, première édit. 1833, p. 185); cette phrase se ouve reproduite textuellement dans cette nouvelle édition; il est évident que par ces derniers globules, nous avons oulu désigner les granules d'amidon (1001), ceux de pollen 411), ceux de lupuline (1441), etc. Ces citations nous dis-ensent de nous occuper plus longuement de la critique; nous i avons fait déjà trop d'honneur; nous l'avons exhumée; ais il faut être bon même envers ses ennemis; nous prions lecteur d'être aussi bon que nous, et de nous pardonner ce aragraphe.

DEUXIÈME GENRE.

ALBUMINE ANIMALE (1272).

1496. L'*albumine animale* est une substance coagulable par la chaleur (70° environ), par l'alcool, l'acide sulfurique concentré, la potasse concentrée, le tannin, et blanche comme le lait sous cette forme; soluble au moins en partie dans l'eau froide, dans l'ammoniaque et la potasse ou la soude très étendue, les acides acétique, phosphorique, hydrochlorique. Le blanc d'œuf est le type de cette substance, et c'est sur cet *albumen* que je vais en étudier les caractères (*).

§ I. ORGANISATION DU BLANC DE L'ŒUF (ALBUMEN). — SUBSTANCES SOLUBLE ET INSOLUBLE.

1497. Placez au porte-objet du microscope, une couche de blanc d'œuf, avec assez de précaution pour que vous soyez en droit de penser que, dans le cas où cette substance serait un tissu, les mouvements de l'opération n'en auraient pas altéré l'organisation; l'observation directe et le raisonnement se réuniront pour vous convaincre que cette albumine n'est nullement une substance homogène.

1498. Car, en faisant mouvoir de droite à gauche le miroir réflecteur, on voit, par l'effet du jeu de la lumière, des réseaux nuageux s'entre-croiser. Or, cet effet d'optique n'aurait pas lieu, si l'albumine ne se composait au moins de deux substances hétérogènes; il est évident, en effet, qu'un liquide homogène ne réfracterait pas la lumière de deux manières différentes.

(*) *Mém. sur les tissus organiques*, § 48, tom. III des *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Paris*, 1827. — *Annal. des sciences d'observat.*, tom. I, pag. 302, 1830. — *Essai de chim. microscop.*, pag. 118, 1830.

1499. Lorsque la couche albumineuse est restée quelque temps appliquée contre le porte-objet, et surtout à l'époque à laquelle la dessiccation commence, on voit ce tissu transparent offrir peu à peu de grandes bosselures et comme des espèces de grands globules, plus ou moins agglutinés entre eux, ainsi que des plis anastomosés comme des vaisseaux (pl. 7, fig. 14). Or cette circonstance n'a pas lieu à l'égard d'un liquide homogène qui se dessèche spontanément, par exemple, à l'égard de la gomme arabique purifiée à travers plusieurs filtres; les molécules d'un liquide, en effet, tendent à rester toujours de niveau.

1500. D'un autre côté, ces deux substances hétérogènes ne peuvent être supposées exister sans ordre et d'une manière confuse dans l'albumine, puisque l'effet de la lumière, produit par le mouvement du miroir réflecteur, a lieu, avec la même intensité, sur tous les points de la surface observée. A l'œil nu de même, une masse d'albumine de l'œuf, pourvu qu'elle ne soit pas altérée, offre, par réflexion comme par réfraction, la même homogénéité de structure et la même diaphanéité dans toute sa substance; ce qui achève de prouver que les deux substances hétérogènes, que l'observation microscopique permet d'abord d'y supposer, s'y trouvent dans un arrangement régulier, et non associées pêle-mêle et sans ordre, et qu'elles jouissent d'un pouvoir réfringent très voisin l'un de l'autre; car autrement, au lieu de paraître diaphane, l'albumine aurait l'aspect laiteux et opaque des liquides, qui tiennent en suspension des substances de nature diverse (27).

1501. L'analogie doit porter à penser que ces deux substances se trouvent, dans l'albumine, l'une à l'état de tissu, et par conséquent insoluble, et l'autre l'état de liquide renfermé dans les cellules du tissu. Pour vérifier cette donnée, il suffit d'agiter, dans l'eau distillée, de l'albumine fraîche de l'œuf de poule. L'agitation rend l'eau laiteuse, et l'on y voit flotter, même à l'œil nu, une quantité assez

considérable de larges fragments de tissus blancs et membraneux. Jetée sur un filtre, l'eau passe limpide et incolore, et il reste, sur le filtre, une masse blanche, élastique, qui se tire en filaments comme le gluten, qui refuse de se dissoudre dans l'eau. Cette masse n'est que la somme de tous les fragments, qu'on avait vus suspendus dans le liquide avant la filtration. Le liquide filtré, évaporé spontanément sur une lame de verre, offre au microscope la même homogénéité, la même couleur légèrement jaunâtre, les mêmes ondulations et les mêmes cassures qu'une couche desséchée de gomme arabique (pl. 7, fig. 15) ; exposé à l'action de la chaleur, il devient laiteux et se coagule; abandonné au contact de l'air, il se corrompt et se remplit d'infusoires du genre *monade*; il présente du reste tous les autres caractères que nous avons assignés plus haut au liquide albumineux.

1502. En conséquence, l'albumine de l'œuf de poule se compose d'un tissu insoluble, organisé régulièrement, qui renferme dans ses cellules une substance soluble beaucoup plus altérable que le tissu.

Les chimistes avaient déjà reconnu l'existence d'une albumine soluble et d'une autre insoluble dans l'eau; mais ils n'avaient pas encore remarqué que ces deux sortes d'albumine existaient simultanément dans le blanc d'œuf, et ils avaient rangé cet *albumen* dans la classe de l'albu[illegible] in-soluble (1275).

1503. Nous rappellerons encore ici qu'un tissu cellulaire peut dérober à l'œil de l'observateur, le réseau de ses cellules polyèdres, sans cesser d'être organisé. Certaines substances solubles, à un certain état de condensation, se rapprochent tellement par leur nature chimique, et, par conséquent, par leur pouvoir réfringent, des parois des cellules qui les renferment, que, toutes les fois qu'il n'existe aucun vide, soit entre leurs parois, soit dans leur sein, la lumière les traverse toutes les deux de la même manière, et elles se confondent ainsi à nos yeux (577). Si, au contraire, autour des

parois extérieures de chaque cellule, il existe une solution de continuité, un canal vasculaire, et qui soit ou rempli ou tapissé d'une substance différente de la substance soluble, dès ce moment ce canal dévie les rayons lumineux et dessine les contours de la cellule (pl. 7, fig, 10). (*)

1504. Mais la substance insoluble de l'albumine de l'œuf ne le devient que graduellement; et il est une époque où elle se distingue à peine, sous ce rapport, de la substance soluble; c'est ce qu'on observe sur les œufs frais, c'est-à dire sur les œufs récemment pondus. Donc, ainsi que nous l'avons déjà fait observer à l'égard des tissus végétaux (856), les tissus se forment par le rapprochement des molécules de la substance soluble, ou en d'autres termes, la substance soluble se solidifie en parois de cellules.

1505. L'étude physiologique de l'incubation de l'œuf fournit la preuve incontestable de ce que nous venons d'établir dans les paragraphes précédents, sur l'organisation cellulaire de l'albumine ou blanc d'œuf. Chacun sait que l'albumine de l'œuf fraîchement pondu par la poule est liquide comme du petit lait; de jour en jour, il prend une consistance de plus en plus ferme, et se coagule plus vite par la chaleur. Que si on en fait couver un certain nombre, pour étudier jour par jour les progrès de l'incubation, on ne tarde pas à voir des cellules se dessiner plus distinctes, et un réseau vasculaire se distribuer du centre de l'œuf à la circonférence. Peu à peu, les grandes cellules se vident, sacrifiant à la nutrition et au développement de l'embryon, la substance liquide qu'elles avaient primitivement, et dans ce but, élaborées. Lorsque le poulet est

(*) L'albumine se composant d'un tissu insoluble et d'une substance soluble dans l'eau, mais dont le pouvoir réfringent ne diffère pas de la première, il est évident qu'elle doit conserver sa transparence, sa diaphanéité, jusqu'à ce qu'on l'agite dans l'eau. Car alors l'eau, étendant la substance soluble, lui communique un pouvoir réfringent différent de celui du tissu. Le liquide paraît alors laiteux, parce qu'il renferme deux substances qui dévient inégalement les rayons lumineux.

sur le point de sortir de la coquille, on trouve l'albumine tapissant la paroi, comme un réseau de cellules médullaires épuisées, entre lesquelles serpentent et se ramifient des veines et des artères qui partent du cordon ombilical; à cette époque, le tissu cellulaire de l'albumine en est réduit, comme la moelle des végétaux, à la simplicité de ses parois. Nous avons représenté ce joli résultat fig. 20, pl. 19, sur un œuf de petit moineau grossi trois fois. L'albumine joue donc ici le rôle du périsperme de la graine végétale, et toutes ces circonstances établissent une analogie complète entre le gluten chez les végétaux (1524), et l'albumine chez les animaux.

§ II. ORIGINE DE L'AZOTE QUE L'ANALYSE ÉLÉMENTAIRE SIGNALE DANS L'ALBUMINE.

1506. Ce que nous avons établi à l'égard du gluten, sous ce rapport, s'applique exactement au tissu albumineux, et nous allons invoquer, en faveur de cette proposition, des preuves nouvelles.

1507. La substance soluble de l'albumine, abandonnée à elle-même, se putréfie bien plus vite que le tissu insoluble, pourvu qu'il ait été bien lavé à l'eau. Soumis à l'action d'une chaleur désorganisatrice, il répand des vapeurs ammoniacales en abondance, tandis que l'autre en donne à peine des traces. Or, il doit déjà paraître plus que probable que l'ammoniaque, ou, si l'on veut, l'azote qui existe dans l'albumine, est étranger à son organisation, puisque, ramenée à une certaine forme et coagulée, soit spontanément, soit artificiellement, celle-ci peut s'en dépouiller par les lavages. Cette probabilité se rapprocherait de l'évidence, s'il était possible de constater, dans l'albumine fraîche même, la présence des sels ammoniacaux. Or, rien n'est plus facile que d'obtenir ce résultat. En effet, si on laisse évaporer, sur le porte-objet du microscope, une goutte d'albumine filtrée et étendue d'eau pure, il ne tarde pas à s'y former une quantité assez considérable de

ramifications (pl. 8, fig. 12, *dd'*), que nous démontrerons être de l'hydrochlorate d'ammoniaque, dans la deuxième classe de ce système. L'existence d'un sel ammoniacal une fois constatée dans l'albumine liquide, il est permis d'en supposer d'autres à même base dans cette substance (*).

1508. Mais alors que doit devenir l'ammoniaque dans l'analyse élémentaire ?

Nous l'avons déjà suffisamment expliqué en traitant cette question *ex professo*, et d'une manière générale § 837 ; nous y renvoyons nos lecteurs, ainsi qu'au § 845, où se trouve l'analyse élémentaire de l'albumine, interprétée d'après cette théorie.

1509. L'albumine animale étant un tissu organisé et d'approvisionnement, doit contenir au moins un aussi grand nombre de substances hétérogènes que le gluten lui-même : de l'huile, des sels organiques et inorganiques. La chimie analytique ne s'était pas même donné la peine de soupçonner ces choses ; et elle avait procédé, avec la même assurance, que dans l'analyse des substances immédiates obtenues à l'état d'isolement parfait. On avait seulement présumé qu'elle renfermait un peu de soufre, vu qu'elle noircissait les vases d'argent ; mais on n'avait pas poussé plus loin les recherches, parce qu'ici, comme ailleurs, on négligeait entièrement de faire la part des cendres. D'où il suit que les nombres fournis par les diverses analyses, ne sauraient représenter, en aucune manière, la nature, et qu'ils varieront du reste, selon qu'on soumettra à l'analyse l'albumen d'un œuf plus jeune ou plus âgé, ou l'albumine tenue en suspension ou en dissolution dans un liquide ; pour nous, nous n'attachons pas, aux

(*) Il n'était jamais venu à l'esprit des chimistes que l'albumine renfermât des sels à base d'ammoniaque, même alors qu'elle s'altère. Aussi Thénard avait-il été tenté d'attribuer l'alcalinité de l'albumine, qui s'altère, à la présence du carbonate de soude, dont cette substance, disait-il, renferme *une petite quantité*, qui se dégage par la décomposition de l'albumine. (*Traité de chimie*, 1824, tom. IV, pag. 360.)

nombres classiques, plus d'importance qu'on n'en attache à des données approximatives ; et nous sommes convaincu qu'en ce point, toutes les fois que deux auteurs s'accordent en tout ou se rapprochent, c'est que l'un a voulu flatter l'autre, et a donné à ses chiffres le *coup de pouce* bienveillant, pour me servir d'une expression de laboratoire. C'est avec ces réserves que nous transcrivons ici les analyses de l'albumine publiées par trois auteurs différents.

	Carbone.	Oxygène.	Hydrog.	Azote.
Gay-Lussac (228) (albumine de l'œuf)	52.883	23,872	7,540	15.705
Michaëlis (du sang artériel)	53,009	24.436	6 993	15.562
id. (du sang veineux)	52,552	24,484	7,639	15,595
Prout (243) (du sang veineux)	49,750	26,925	7,775	15,550
Moyenne en nombres ronds (257)	53	25	7	15

§ III. ACTION DE LA CHALEUR SUR L'ALBUMINE.

1510. Si l'on soumet la masse albumineuse de l'œuf à l'action de la chaleur, elle devient d'abord blanche et opaque, puis ensuite dure, cassante et diaphane ; car le retrait qu'éprouvent les deux substances, par la dessiccation, s'étant opéré d'une manière uniforme, elles finissent par conserver l'identité de leur pouvoir réfringent.

1511. Si l'on soumet à l'action de la chaleur la substance soluble, délayée dans une faible quantité d'eau, l'eau perd sa limpidité ; il s'y forme des *coagulum*, analogues aux lambeaux du tissu insoluble. Mais si l'eau est en grand excès, par rapport à la substance soluble, la coagulation ne s'opère qu'après l'évaporation d'une partie de l'eau.

1512. Une fois coagulée par l'action de la chaleur, la substance, auparavant soluble, refuse de se redissoudre dans l'eau ; elle est devenue tissu insoluble.

1513. Il n'en est pas de même, si on l'a amenée à l'état d'une complète dessiccation par le vide ; l'albumine n'en con-

serve pas moins sa solubilité, de même que, lorsqu'elle s'est desséchée spontanément sur une lame de verre (1501). L'effet du vide ne diffère de la dessiccation spontanée, qu'en permettant d'opérer sur une plus grande masse, sans exposer la substance à se putréfier.

1514. Fourcroy avait attribué la coagulation de l'albumine par la chaleur à un effet de l'oxigénation ; mais on a fait observer que l'albumine se coagule tout aussi bien dans le vide qu'à l'air, dans l'eau purgée d'air que dans l'eau ordinaire. Mais Fourcroy et les chimistes qui l'ont réfuté n'ont tenu compte que de l'action de l'air extérieur, et ils ne se sont nullement occupés de l'air renfermé dans le réseau vasculaire de l'albumine, lequel peut jouer un très grand rôle même dans le vide, lorsqu'on soumet l'albumine à l'action de la chaleur. En ayant recours et à la manière dont nous avons compris la structure et la destination de l'albumine, et aux phénomènes physiologiques de l'accroissement des tissus, il nous sera possible de placer quelques jalons, pour arriver un jour à découvrir la cause immédiate de la coagulation de l'albumine. 1° L'albumine est un tissu élaborant et composé de cellules imperforées, autour desquelles se distribue un réseau d'interstices, qui portent çà et là les éléments organisateurs. Dans ce tissu, en apparence si homogène, chaque chose occupe un compartiment séparé ; et à l'état de repos et de sommeil rien ne saurait se mêler, se combiner par double décomposition, car rien n'est en contact. 2° Nous avons vu que les tissus organiques se développent en se solidifiant, et se solidifient en s'ossifiant, en s'assimilant des bases terreuses ; si cette solidification avait lieu subitement, elle prendrait le nom de coagulation. 3° Supposons maintenant un tissu mou ou élastique, résultant de la combinaison de la molécule organique avec l'ammoniaque (856), et renfermé dans des cellules autour desquelles circule, par le réseau vasculaire, un liquide riche en sels terreux, en carbonate de chaux par exemple. S'il arrivait, par une cause quelconque, que le liquide de la

circulation vînt rencontrer le liquide inclus dans les cellules, il y aurait double décomposition au premier contact ; le tissu échangeant son ammoniaque contre la base terreuse, se solidifierait et se coagulerait. Supposons, par exemple, que l'ammoniaque existe, à l'état de phosphate qui est soluble, et que le sel calcaire de la circulation soit un acétate qui est soluble également ; au contact du liquide inclus et du liquide circulant, il se produirait un phosphate de chaux insoluble, qui ossifierait et coagulerait le tissu. Or, la chaleur de l'incubation, en imprimant un mouvement régulier à la circulation, produit lentement et graduellement ce phénomène ; une chaleur violente, celle de l'ébullition, le produit subitement et d'une manière plus intense, parce que la dilatation des parois cellulaires donne alors accès à une plus grande absorption de substance, et à une double décomposition sur une plus vaste échelle.

1515. Le vide produit un effet contraire, en dépouillant, et l'intérieur des cellules, et l'intérieur du réseau circulatoire, des molécules aqueuses, sans lesquelles, il ne saurait s'opérer la moindre combinaison ; car rien ne se combine à sec.

1516. En même temps il est nécessaire de déduire que toute réaction capable de produire de la chaleur coagulera l'albumine, quand même elle serait le résultat de l'emploi d'un réactif, qui, par lui-même, peut dissoudre cette substance animale.

1517. L'*alcool* coagule en blanc l'albumine, et la rend insoluble dans l'eau. L'alcool opère ici, en soustrayant les molécules d'eau de la substance albumineuse.

§ IV. ACTION DES BASES SUR L'ALBUMINE.

1518. Les *dissolutions alcalines*, même les carbonates alcalins, dissolvent l'albumine, et s'opposent encore à sa coagulation par le feu ; mais, comme la potasse et la soude produisent beaucoup de chaleur, en se saturant des parties

queuses, elles coagulent l'albumine, si l'on n'a pas la pré-
aution d'étendre préalablement ces réactifs d'eau et d'at-
ndre le refroidissement complet du mélange.

§ V. ACTION DES ACIDES SUR L'ALBUMINE.

1519. L'*acide sulfurique* coagule en blanc et précipite
lbumine. S'il est en excès, il finit par la noircir. Mais si
on a eu soin de dissoudre préalablement dans l'acide une
rtaine quantité de sucre, l'albumine se colore en purpurin
autant plus intense que les quantités de sucre et d'acide
nployées sont plus grandes. Cette coloration disparaît à me-
ire que l'acide s'étend d'eau, et par conséquent lorsqu'on
andonne le mélange à l'humidité de l'air. Nous verrons, à
rticle du sucre, de quelle importance est ce réactif dans les
alyses microscopiques.

1520. Mais si l'on soumet à la même épreuve l'albumine à
ı certain état de décomposition, c'est-à-dire quelques jours
rès son exposition à l'air, alors l'acide sulfurique la coa-
ıle en superbe jaune d'or. J'ai voulu reconnaître la cause
ce phénomène, et voici les résultats auxquels je suis par-
nu (*).

1521. Je mélangeai, avec du sel marin très pur, de l'albu-
ine fraîche de l'œuf de poule; et l'acide sulfurique concen-
é, versé sur le mélange, me donna un *coagulum* tout aussi
une que dans le cas précédent; il sembla m'offrir la même
leur, laquelle se rapportait, au moins pour mon odorat, à
lle du chlore.

1522. Si l'on verse de l'acide sulfurique concentré, sur le
agulum blanc albumineux, produit par l'acide hydrochlo-
que, le *coagulum* devient d'un jaune d'or.

1523. Si l'on mêle d'abord ensemble l'acide hydrochlori-
ıe et l'acide sulfurique également concentrés, il se produit

(*) *Annal. des sciences d'observat.*, tom. II, pag. 287, 1829.

une effervescence qui fait jaillir au dehors une petite plui acide; après cette première effervescence, il se manifeste u dégagement de bulles qui partent du fond du vase; mais l liquide reste incolore. Mais dès qu'on verse ce mélange su l'albumine fraîche, elle se coagule en jaune d'or. Si l'on plac doucement la couche d'albumine à la surface du mélange in colore des deux acides, l'albumine se coagule en jaune, pa tous les points qui touchent la surface des acides, et en blan par tous les points qui sont en dehors.

1524. L'acide nitrique, versé sur un triple mélange d'a cide hydrochlorique, de sel marin et d'albumine, ne chang la couleur blanche du *coagulum* en jaune, que vingt-quatr heures après.

1525. Si l'on fait passer un courant de *chlore* à traver l'albumine, l'albumine se coagule en blanc à la surface, mai conserve sa couleur habituelle dans l'intérieur. Sa substanc ne rougit point le tournesol. Mais dès qu'on y verse de l'a cide sulfurique concentré, ce mélange se coagule en jaun d'or.

1526. Un papier tournesol mouillé placé au-dessus du mé lange jaune d'acide sulfurique, de sel marin et d'albumine rougit à la longue, mais bien plus tard qu'au-dessus d'un mé lange d'acide sulfurique et de sel marin.

1527. La première conséquence à tirer de ces expérience est que, par l'effet de la décomposition putride (1255), le s marin que contient l'albumine de l'œuf de poule a été mis e liberté. La seconde est que l'albumine joue ici un rôle ana logue à celui du *manganèse*, dans l'extraction du *chlore* d sel marin par l'acide sulfurique, c'est-à-dire que, soit pa l'effet des sels qu'elle renferme, soit par celui de son organ sation, elle empêche le chlore de s'hydrogéner, ou elle dé compose l'acide hydrochlorique, à l'instant où il se dégag en sorte que de ce triple mélange (*albumine, sel marin* *acide sulfurique*) il ne se dégagerait de l'acide hydrochlor que qu'alors que celui-ci aurait échappé au contact de l'albu

mine, de même que dans le triple mélange de *manganèse*, *sel marin* et *acide sulfurique*.

1528. Les *acides acétique* et *phosphorique* ne précipitent pas l'albumine; mais ce dernier la précipite, lorsqu'on s'en sert immédiatement, après qu'il a été desséché par la chaleur rouge; il perd encore cette propriété, lorsqu'il est resté quelque temps dissous dans l'eau.

1529. Ce phénomène singulier ne proviendrait-il pas de ce que l'acide phosphorique, après avoir été soumis à l'action de la chaleur rouge, et après avoir été ainsi dépouillé entièrement de son eau de cristallisation, aurait moins d'affinité pour l'eau qu'auparavant, refuserait plus long temps de s'y dissoudre, que l'eau alors en contiendrait une grande quantité en suspension presque invisible, et que ces cristaux tenus en suspension, s'attachant aux molécules d'albumine qu'ils y rencontreraient, les coaguleraient, en leur enlevant les molécules aqueuses de leur tissu organique?

1530. Le *tannin*, surtout sa dissolution alcoolique (1517), précipite l'albumine et la rend insoluble et poisseuse, comme du cuir trop tanné.

1531. L'*iode* et le *brome* coagulent aussi l'albumine, et troublent le liquide qui la contient. Il en est de même de tous les acides forts et concentrés. L'*iode* jaunit d'abord le coagulum, mais cette couleur disparaît par un plus long contact; il se transforme en acide iodique et hydriodique aux dépens de l'albumine.

1532. L'*acide nitrique* la coagule en jaune.

1533. Le *chlore* la coagule en blanc de neige.

1534. Mais l'*acide hydrochlorique* nous offre une réaction aussi intéressante au moins que celle du *sucre, sulfurique* (1525). Si l'on verse de l'acide hydrochlorique concentré sur l'albumine fraîche de l'œuf de poule, la chaleur produite par ce mélange est si forte que l'albumine se coagule en beau blanc; mais bientôt, si l'acide est en excès, il dissout peu à peu l'albumine, et le liquide devient d'abord purpurin, puis violet, puis d'un superbe bleu.

1535. Parmi toutes les réactions des acides sur l'albumine, il en est une extrêmement importante, par les circonstances illusoires, qu'elle peut prêter aux analyses en grand des substances organiques ; non seulement certains acides, tels que l'acide acétique, dissolvent l'albumine, mais encore ILS LA RENDENT SOLUBLE DANS L'ALCOOL (1272) ET DANS L'EAU BOUILLANTE (1276), EN DES PROPORTIONS FORTEMENT APPRÉCIABLES (*).

§ VI. ACTION DU COURANT VOLTAÏQUE SUR L'ALBUMINE.

1536. Brandes a observé qu'exposée au courant voltaïque l'albumine se coagule à l'extrémité du fil positif. Il s'en coagule aussi une petite quantité au fil négatif, et si l'on prolongeait assez long-temps l'expérience, il paraît probable que cette substance se coagulerait à une égale distance des deux fils.

1537. Mais on aurait tort d'attribuer ce phénomène à une action occulte du courant voltaïque. Il existe, en effet, dans cette expérience deux causes suffisantes de coagulation : 1° la décomposition des sels que renferme l'albumine, la décomposition de l'eau et par conséquent l'oxigénation de tout ce qui entoure le fil positif où se rend l'oxigène ; 2° le développement de chaleur que l'on remarque, lorsqu'on soumet des corps organisés et cellulaires à l'action de la pile, et dont une grande portion peut provenir des décompositions chimiques, et des nouvelles réactions des substances inorganiques contenues dans les tissus organisés.

(*) Il ne faut pas perdre de vue non plus que l'albumine étant un tissu organisé, elle est loin de posséder des propriétés identiques dans toute sa substance : car les tissus sont d'autant plus cohérents qu'ils sont plus âgés (857). Aussi aura-t-on l'occasion de remarquer que l'acide acétique et l'ammoniaque ne dissolvent jamais toute la substance albumineuse.

VII. IDENTITÉ DE LA FIBRINE ET DE L'ALBUMINE INSOLUBLE.

1538. La chimie ancienne, fidèle aux principes qui lui ser-aient de base, s'obstinait à vouloir trouver des différences ntre deux substances identiques, mais obtenues de deux or-anes différents. La fibrine, obtenue du sang par le fouette-ent, avait beau se comporter avec les réactifs, de la même anière que l'albumine obtenue par la coagulation du blanc œuf, cela ne satisfaisait pas l'esprit de l'expérimentateur; ssi trouva-t-on que l'albumine se dissolvait moins facile-ent dans l'acide acétique et dans l'ammoniaque, et plus fa-lement dans la potasse et dans la soude; qu'elle n'agissait s sur l'eau oxigénée faible, tandis que la fibrine en dégage l'oxigène.

1539. Or, on ne faisait pas alors la remarque, que l'albu-ine et la fibrine sont loin d'être des substances pures, 'elles renferment dans leur tissu, non seulement les sels i leur sont propres, mais encore les sels qu'elles peuvent nprisonner, pendant la manipulation; que par conséquent s sels et autres substances organiques variant selon la na-re des organes d'où on extrait l'albumine, il était raisonna-e d'attribuer, à la différence de ces substances étrangères, s deux différences, si légères du reste, que l'albumine et fibrine, identiques sous tous les autres rapports, sont sus-ptibles d'offrir.

1540. On n'avait pas cru avoir besoin de remarquer encore e les caractères accessoires de l'albumine varient avec la rée de son exposition à l'air, et sous l'influence de bien des rconstances; qu'en conséquence, à un certain âge, l'albu-ine se dissoudra plus facilement et plus complétement dans cide acétique et dans l'ammoniaque qu'à un autre; et j'ose-is même avancer qu'à un certain âge elle dégagera de l'oxi-ène de l'eau oxigénée, tout comme le fait la fibrine.

1541. Ces réflexions doivent s'appliquer, dans toute leur

étendue, aux résultats que fournit l'analyse élémentaire ; et à mes yeux il n'y aura rien d'étonnant que la fibrine, qui emprisonne, dans ses mailles factices (1270), tous les sels et les substances ammoniacales du sang, donne, par exemple, plus d'azote, à l'analyse élémentaire, que l'albumine de l'œuf, qui ne retient que les sels qui lui sont propres.

1542. Les différences que les chimistes de nos jours ont cru remarquer entre la fibrine et l'albumine, ils les ont constatées, non point en expérimentant comparativement sur la fibrine et l'albumine par leurs propres yeux, mais en réunissant dans deux chapitres séparés ce qu'un auteur a dit de la fibrine, et ce qu'un autre a dit de l'albumine ; et ils ont pris des différences dans la construction grammaticale des descriptions, pour des différences dans la nature chimique des deux substances. Laissez de côté cette méthode qui peut servir très bien les intérêts de la compilation, mais qui est tout-à-fait contraire aux intérêts de la science ; et pour mieux faire justice du luxe des descriptions, ayez soin de placer comparativement sous vos yeux la fibrine obtenue de la flagellation du sang, et la substance insoluble obtenue de la filtration de l'albumine de l'œuf de poule (1301) ; et il n'est pas de chimiste, si exercé qu'il puisse être sur ces sortes de matières, qui ne se méprenne et ne confonde l'une avec l'autre, à l'aspect, aux caractères physiques et aux réactions. Ce serait perdre des pages qui nous sont précieuses à réfuter plus longuement, alinéas par alinéas, les caractères que Thénard et Berzélius assignent dans deux chapitres distincts à la fibrine et à l'albumine ; nous conseilions leurs lecteurs de prendre indistinctement un chapitre pour l'autre, ou mieux encore de coller les deux feuillets à la fois en conservant l'un ou l'autre titre.

1543. Nous avons déjà donné (846) l'analyse élémentaire de la fibrine du sang, et nous en avons discuté les nombres d'après la nouvelle théorie.

Nous reviendrons sur cette substance à l'article du sang.

1544. CLAIRÇAGE. — On se sert principalement de l'albumine comme moyen de clarification, à cause de la propriété qu'elle a de se coaguler, sous l'influence de la chaleur ou par la réaction de certaines substances, d'entraîner avec elle, en se précipitant, les impuretés du liquide, ou de les retenir sur le filtre. Ainsi la clarification se fait à froid, quand le liquide à clarifier renferme quelqu'une de ces dernières substances; tel est le vin à cause de son acide tartrique, de son alcool, de son tannin et même des faibles quantités d'acide malique qu'il peut renfermer. Quatre œufs frais fouettés avec autant d'eau et ensuite avec un peu de vin, suffisent pour clarifier un tonneau de deux cent quarante pintes. On verse l'albumine dans le tonneau par la bonde, que l'on rebouche; on agite le tonneau, pour que l'albumine soit mise en contact avec toutes les portions du liquide, et qu'elle emprisonne les impuretés, partout où une molécule d'acide tartrique vient coaguler sa substance. On laisse déposer le magma, et quand tout est rendu dans la partie inférieure du liquide, on plante la cannelle un peu au-dessus du bord inférieur du tonneau, et l'on soutire. La poudre à clarifier les vins n'est qu'un mélange de noir animal et d'albumine. On clarifie les sirops de sucre et de gomme à chaud, parce que ces deux substances sont incapables de coaguler l'albumine par elles-mêmes.

1545. DIVERS USAGES. — On se sert encore de l'albumine, pour luter les vases des laboratoires, en la mélangeant avec de la chaux vive en poudre; l'albumine, à cause de la tendance qu'ont tous les tissus, à se combiner avec les bases terreuses et surtout avec la chaux, l'albumine se solidifie en une masse compacte, et forme, si je puis m'exprimer ainsi, une ossification artificielle. On se sert encore de l'albumine pour donner un luisant aux cirages; pour mettre les couleurs d'un tableau à l'abri du contact de l'air; c'est alors un vernis pro-

visoire. Mais les peintres ont abandonné ce moyen de détruire provisoirement les effets de l'*embu* des couleurs, parce que l'albumine se fendille, s'écaille, et emporte par son retrait la partie qu'elle recouvre. Cela est vrai du blanc d'œuf; mais la partie soluble de l'albumine obtenue par filtration (1501), ne présentera aucun de ces inconvénients, si on a soin de l'étendre de beaucoup d'eau et d'y faire dissoudre du sel marin, pour la maintenir moins cassante, à la faveur de l'hygrométricité. Battez vos blancs d'œufs dans vingt fois leur volume d'eau, jetez sur un filtre en papier; le liquide qui passera à travers le filtre, étendu sur une surface, y laissera un vernis que vous pourrez enlever à l'eau, aussi promptement que vous le voudrez. La substance soluble d'amidon (1082) produirait le même effet, jointe à un peu de savon ordinaire.

1546. Contre-poison. — Bertrand et Chaussier ont indiqué depuis long-temps la propriété que possède l'albumine, comme contre-poison, contre la plupart des solutions métalliques, et surtout contre les solutions de cuivre et de mercure. L'albumine agit encore en cette circonstance, par sa tendance à l'organisation, qui n'est que l'assimilation et la combinaison intime de la molécule organique avec une base terreuse ou métallique. Elle sert de contre poison, parce qu'elle détourne à son profit les sels que les surfaces du canal alimentaire se seraient assimilés par le même mécanisme, au détriment de l'élaboration normale; et elle préserve, parce que les tissus jeunes ont, pour cette assimilation, une plus grande tendance que les tissus vieux, vu que ceux-ci possèdent abondamment l'élément basique qui manque aux autres; que les premiers s'organisent en absorbant le sel vénéneux, et que les seconds ne l'absorberaient qu'en se désorganisant, c'est-à-dire en échangeant, par une double décomposition, la base avec laquelle ils se sont combinés, contre le sel métallique ingéré. La présence de l'albumine prévient et paralyse cet accident.

1547. Ainsi l'albumine n'agit pas, dans les empoisonnements, par la réduction des sels à l'état métallique, mais par un

effet analogue à la coagulation, par l'assimilation. Elle ne réduit pas plus les sels mercuriels que la chaux; elle se les assimile, elle se les combine.

TROISIÈME GENRE.

SUBSTANCE MEMBRANEUSE DES ORGANES ANIMAUX.

1548. Lorsqu'on a épuisé, par l'eau, par l'alcool, par l'éther, par les acides et alcalis étendus, la chair musculaire, un tissu nerveux, un organe quelconque, il reste une substance blanche comme l'albumine coagulée (1501), mais bien moins élastique, que les alcalis ou les acides concentrés désorganisent ou dépouillent, mais ne dissolvent jamais entièrement. Desséchée, cette substance prend les caractères du parchemin; elle se réduit à la forme d'une membrane d'autant plus mince que la masse était plus spongieuse et moins compacte; replongée dans l'eau, elle s'en imbibe, se gonfle de nouveau, et s'y putréfie. Dans la machine à Papin, c'est-à-dire dans une marmite fermée et soumise, pendant un certain espace de temps, à la chaleur de l'ébullition, les molécules de cette substance se désagrégent et épaississent le liquide, par le refroidissement. A la distillation sèche, elle donne de l'huile empyreumatique, force produits ammoniacaux, et un charbon volumineux, que l'on distingue, dans le commerce, sous le nom de *charbon animal*, et dont on fait une immense consommation, pour la clarification des sirops du sucre, et pour la décoloration de certains liquides.

C'est là la substance qui, sous le RAPPORT ANATOMIQUE, joue, chez les animaux, le même rôle que celle qui forme le *tissu cellulaire* et *vasculaire* (1103) chez les végétaux. Je la nommerai, dans le courant de cet ouvrage, *substance membraneuse, membrane*, ou *substance molle des tissus animaux*. C'est elle qui forme la charpente des grands organes, comme

des organes microscopiques, des organes mous comme des organes solides, des muscles, des nerfs, des glandes, des os, des cartilages, des tendons et aponévroses, des poils eux-mêmes, enfin de tout ce qui, dans un être animé, jouit d'une espèce de végétation, d'un développement vital.

Sous le rapport chimique, elle représente, chez les animaux, le *gluten* des végétaux (1238). C'est de l'albumine au second état du développement (857), dont les os sont le dernier état.

§ I. CONSISTANCE ET RÉFRANGIBILITÉ DE LA MEMBRANE ANIMALE.

1549. En anatomie, on considère, comme membrane simple, celle que le scalpel ne peut plus dédoubler. Mais observée au microscope, la plus simple de ces membranes s'offre, comme un tissu compliqué, et se compose évidemment de plusieurs membranes. Ainsi l'épiderme n'est qu'un amas de cellules épuisées, affaissées les unes contre les autres. La membrane de l'*amnios* du porc, qui, à l'œil nu, n'est qu'une pellicule blanche et sans organisation apparente (*), apparaît, à un grossissement de 100 diamètres seulement, comme un tissu de cellules accolées les uns contre les autres, et renfermant chacune dans leur sein une autre cellule; mais à un grossissement de mille diamètres, cette organisation devient de la plus grande évidence. On a alors sous les yeux une couche simple de cellules, exactement disposées comme dans la fig. 40 de la pl. 10, qui représente le tissu adipeux de l'homme (1476), c'est-à-dire que chaque cellule est entourée d'un canal vasculaire, et que la couche totale est par conséquent traversée par un vaste réseau de vaisseaux blancs. Chacune de ces cellules présente dans son centre, à ce grossissement, un gros noyau.

1550. La membrane animale simple est la paroi d'une cel-

(*) *Répert. général d'anatomie*, tom. V, pl. 12, fig. 9 et 10, 1828.

lule; on peut l'observer isolément, et réduite ainsi à elle-même, sur les emboîtements les plus internes du tissu adipeux (1482), et surtout sur les grandes cellules infiltrées d'air, dont se composent les poumons de la grenouille, etc.

1551. À cet état de simplicité, la *substance membraneuse* est si ténue qu'elle a presque le pouvoir réfringent de l'eau et de l'alcool, et qu'elle ne se fait remarquer que par les plis que le mouvement détermine sur sa surface.

1552. Mais au contraire si la *substance membraneuse* se compose de plusieurs couches superposées de ces membranes, alors, quelque blanche qu'elle soit par réflexion, elle décompose la lumière par réfraction, et ne renvoie à l'œil de l'observateur que le rayon jaune, pourvu toutefois qu'elle ne renferme dans son tissu aucune matière colorante étrangère.

§ II. STRUCTURE INTIME DE LA SUBSTANCE MEMBRANEUSE (*).

1553. Dans cet état, elle présente, dans son épaisseur, des bosselures, des granulations arrondies, de toutes les formes et de toutes les dimensions, qui s'alignent, de toutes les manières imaginables, en chapelets, en courbes, en sinuosités, mais sans aucune constance, et en laissant, entre toutes ces figures informes, des lacunes vides de granulations. Ces circonstances se présentent avec d'autant plus de variété, que la membrane est plus sèche; mais une seule goutte d'eau suffit, au bout de quelques instants, pour en faire disparaître un grand nombre, qui viennent souvent se résoudre, en voyageant sous la membrane, en tout autant de bulles d'air.

1554. Ce sont là les causes d'illusion qui ont fourni matière à des travaux assez volumineux, sur la structure intime des tissus de nature animale. D'après les auteurs de ces Mémoires, les *membranes animales seraient composées, en*

(*) *Sur la structure intime des tissus de nature animale. Répert. général d'anatomie*, tom. IV, 1827.

dernière analyse, de globules égaux en diamètre et disposés bout à bout en fibres élémentaires, lesquelles se feutreraient, en laissant entre elles des interstices qui permettraient de voir la couche inférieure. Ces idées étaient appuyées sur des figures si nombreuses et d'une exécution si précise (*), qu'une réfutation de l'opinion ne pouvait être qu'un démenti formel donné aux figures ; et pourtant il a bien fallu donner un démenti à ces figures, et finir par les ranger dans la classe des produits qu'enfante l'imagination, lorsqu'elle observe sous l'influence d'une idée préconçue. La nature en effet n'offre jamais rien qui ait constamment la moindre analogie avec ces figures.

1555. Les auteurs de ce système n'avaient jamais remarqué que les substances soumises à leurs observations, au lieu de représenter une membrane réduite à elle-même, n'étaient que des couches superposées de membranes, de cellules, de vaisseaux, dont le tissu, distendu par des substances hétérogènes, ou infiltré d'air, était susceptible (par les phénomènes d'évaporation, de capillarité, de dessiccation, de réfraction, etc.) de présenter à l'œil des globules illusoires. La nature des menstrues, dans lesquels on a pu conserver les substances animales, telles que l'huile de térébenthine, l'alcool, etc., sont dans le cas d'ajouter encore à cette illusion, en laissant déposer, par leur évaporation (1483), des globules de substances grasses, qui semblent affecter le même diamètre et se ranger quelquefois en séries de trois à quatre. On en voit un exemple sur la pl. 11, fig. 1, et pl. 12, fig. 2, qui représentent les fibrilles très jeunes du chorion humain, après un séjour assez court dans l'alcool. Mais en même temps, on peut remarquer que non seulement ces petites granulations précipitées n'affectent ni la même forme ni le même diamètre, mais même qu'elles ne sont pas contiguës et rangées bout à

(*) Voyez, outre les travaux de Ev. Home et Bauer, Prevost et Dumas, celui de Milne Edwards, inséré dans le *Répert. général d'anatomie*, t. III, p. 47. C'est une thèse inaugurale !

bout, et qu'enfin elles laissent entre elles des espaces intermédiaires, qui n'offrent pas la moindre trace de granulations.

1556. Au reste, toutes les fois qu'on a sous les yeux la paroi d'une cellule simple, à l'état frais, il est impossible, à quelque grossissement que ce soit, d'y découvrir la moindre structure; et quoique l'analogie me porte à admettre que ces membranes, si simples en apparence, sont composées de globules primitifs, rangés en spirale autour de l'axe idéal de la cellule, cependant il n'en est pas moins juste de déclarer que nos moyens d'observation seront tout aussi impuissants, pour nous faire aborder l'atome organique, que l'atome des substances inorganiques.

1557. Les idées que nous venons de réfuter se trouvaient professées dans tous les livres classiques, et dans ceux de l'étranger; à la faculté de médecine comme à l'université de Stockholm; Berzélius les inscrivait encore dans son édition de 1832; car la vérité n'a aujourd'hui d'autre puissance que celle des coteries; et, pendant près de dix ans, nous n'avions à opposer, à ce grand pouvoir, que notre plume qu'il brisait quelquefois, et notre parole qu'il étouffait. Enfin, nous nous sommes adressé, en 1833, à la coterie la plus puissante de toutes, à l'opinion publique; et il n'a pas fallu plus d'un an, pour que nos coteries académiques aient reçu l'ordre de biffer quelques pages de leurs livres universitaires, et de copier, pour leur compte et sous le nom de leurs disciples et tenants, l'opinion qu'ils avaient jusque là mise au ban de la science. A quoi servent donc les académies, s'il faut avoir recours à l'opinion publique, à l'effet de leur faire ouvrir les yeux?

1558. Pour corroborer l'opinion de Dumas et Edwards, Dutrochet (*) a invoqué les phénomènes physiques que pré-

(*) Voyez l'analyse critique de son travail dans le *Lycée*, nº du 24 novembre 1831.

Quelques jours après la publication de ce nº du *Lycée*, un académicien, qui, du reste, est coutumier du fait, et coutumier imperturbable,

sente l'albumine, lorsqu'on la soumet au courant voltaïque (1536). Là il aurait vu les globules tantôt fusiformes, tantôt sphériques, selon que les ondes électriques qui les enfantent, en se rencontrant, seraient plus serrées ou plus espacées ; il aurait vu, dis-je, ces globules s'ajouter bout à bout, pour former des *fibres contractiles*, et par conséquent des fibres musculaires. Malheureusement toutes ces belles créations sont encore dans les fables ; et l'imagination de l'auteur a brodé à sa manière un phénomène brut de *coagulation* (1510). Les globules qu'il a décrits avec tant de précision ne sont alors que des jeux de la lumière déviée par des bosselures, des enflures de la surface coagulée plus ou moins violemment. C'est ce qui résulte pour nous, non pas seulement de l'application inexorable des principes de la réfraction à ces corps, mais encore de la répétition fidèle que nous avons faite des expériences de Dutrochet ; les résultats que nous avons obtenus ont été tels, que nous ne pouvons nous dispenser de taxer de rêveries les assertions de l'auteur.

1559. Les membranes de tous les organes animaux, même les plus disparates par leurs fonctions, sont donc d'une homogénéité désespérante pour la physiologie, l'anatomie et la chimie microscopique. Cependant elles peuvent se prêter à des formes capables de fournir des caractères secondaires, à l'effet de distinguer les différents organes. Nous allons, sous ce rapport, en étudier succinctement quelques uns dans les paragraphes qui suivent.

est venu reproduire, sous son nom, notre article, et obtenir un rapport flatteur. Un académicien ne doit succomber que sous un bras académique ; or ce dernier n'a que la peine de donner le coup de grâce, et il arrive quand tout est fini. Dutrochet lui-même s'est rangé alors de l'opinion contraire, qu'il discute, qu'il démontre, qu'il expose aujourd'hui, et sous son propre et privé nom, avec autant de complaisance que s'il n'en avait jamais émis d'autre ! La puissance académique décline ; elle a perdu le droit de se montrer retardataire ; il faut enfin qu'elle marche aussi vite que nous, sous peine de rester en arrière, faute désormais de pouvoir nous arrêter.

PREMIÈRE ESPÈCE.

Tissu musculaire.

1560. Un *muscle* est un organe plus ou moins charnu, dont les contractions spontanées ou provoquées par la volonté, servent à rapprocher, à fléchir, à mouvoir enfin les diverses parties de l'animal.

L'anatomie nous apprend que, dans une masse musculaire, pénètrent, par des ramifications subdivisées à l'infini, les nerfs, et, par des anastomoses aussi multipliées, les vaisseaux sanguins. Aussi voit-on les muscles varier de couleur selon les classes d'animaux : rouges dans les mammifères, ils sont blancs chez les poissons et les insectes.

§ I. STRUCTURE INTIME DE L'ORGANE MUSCULAIRE.

1561. L'anatomie en grand s'était toujours attachée à décrire ce qu'elle voyait, sans chercher à remonter d'abord par la pensée, et ensuite par l'expérience directe, aux époques qui avaient précédé les observations du moment. Elle s'arrêtait au fait, sans rechercher l'origine ; à l'organe développé, sans trop se rendre compte des circonstances du développement. Ce fut toute une découverte que la méthode contraire ; et dans notre esprit ce fut toute une révolution, qui paraît aujourd'hui avoir envahi le domaine entier des études classiques, surtout depuis peu ; depuis que, grâces à un heureux subterfuge, il nous a été loisible d'ouvrir, dans le sein de la faculté même, des cours publics, auxquels nous ont fait l'honneur d'assister les célébrités les plus compétentes.

1562. La formule de cette méthode consiste, après avoir analysé un organe, de se le représenter à chaque phase de son développement, et de se figurer, par la pensée, sous quelle forme il aurait apparu à nos yeux, s'il nous avait été donné de l'observer en place à chaque phase de son accroissement,

de descendre enfin jusqu'à sa forme microscopique, en suivant pas à pas la progression par laquelle il est parvenu, sans changer de fonctions et de structure, jusqu'à ses gigantesques dimensions. Appliquons cette méthode à l'organe musculaire en général; et du muscle le plus énorme, elle va nous conduire, comme à la filière, jusqu'à la fibrille qui en forme l'élément immédiat.

1563. Prenons un muscle quelconque des membres pelviens ou thoraciques d'un animal de gros calibre. Nous observerons d'abord que, pour l'isoler des muscles voisins, il est nécessaire de diviser et de déchirer un tissu aranéeux qui le lie à eux par toute sa surface; c'est le tissu cellulaire qui sert à former un grand tout de cette masse d'organes rétractiles, destinés à rapprocher ou à écarter les os des membres. Le muscle, réduit à son organisation essentielle, présente alors une grande unité à son tour, qui s'attache, par ses deux extrémités, à une plus ou moins grande surface des deux os du membre; mais là cet organe est tout aussi imperforé que sur ses surfaces libres, et ses surfaces libres n'offrent pas la moindre solution de continuité; elles ne forment qu'une seule et même enveloppe, qui peut changer de consistance et de couleur, en s'approchant de ses points d'insertion, qui ici passe, par les nuances les plus fines, de l'aspect de la chair ordinaire à l'aspect et à la consistance du tendon et même du cartilage, mais qui, dans tous les cas, ne laisse pas que de conserver l'unité d'un organe *suî generis*, toujours le même par sa nature, et qui ne diffère que par des nuances : c'est l'*aponévrose.* Si nous déchirons, dans le sens de la longueur, cette enveloppe générale, nous trouverons qu'elle recouvrait des portions d'organes, que nous pourrons isoler entre elles, ainsi que tout autant d'unités, comme nous avions isolé le muscle lui-même, des muscles qui se trouvaient enveloppés avec lui par le derme du membre, grande aponévrose qui s'est façonnée au contact de l'air et de la lumière. L'*aponévrose* enveloppe donc des muscles, qui seraient tout autant d'unités, si cette mem-

brane qui les recouvre, comme des fractions, était moins résistante, et se laissait déchirer aussi facilement que le tissu aranéeux ou tissu cellulaire; car une fois l'aponévrose enlevée, on isole les parois de chacune de ces masses secondaires du muscle, avec autant de facilité qu'on avait isolé le muscle lui-même de ses congénères. Mais prenons ensuite l'une quelconque de ces masses secondaires, l'un de ces muscles n° 2, et soumettons-le aux mêmes procédés de dissection; nous le trouverons revêtu à son tour d'une aponévrose générale, aussi bien close et aussi bien imperforée que l'aponévrose n° 1. Déchirons cette enveloppe, et il se trouvera qu'elle renfermait à son tour un certain nombre de masses tertiaires, unités musculaires de troisième ordre, exactement conformées sur le type des unités secondaires, et n'en différant que par les dimensions. Prenez enfin une masse tertiaire, vous la trouverez organisée exactement sur le type des unités premières, et ainsi de suite à l'infini, si vous avez la patience et l'habileté d'arriver jusqu'au *nec plus ultrà* de la dissection, jusqu'à la fibrille élémentaire, qui alors vous apparaîtra, chez le bœuf au moins, comme une réunion de cylindres contournés en un faisceau de spirales, fig. 8, pl. 11. Afin d'obtenir ces organes élémentaires plus intègres et moins altérés par la dessiccation, il sera bon de se servir de chair musculaire bouillie; car l'ébullition de l'eau décompose les enveloppes aponévrotiques de 1er, 2e et 3e ordre, et isole ainsi, sans scalpel, cette petite forêt d'emboîtements concentriques; chez le bœuf, chacun des cylindres qui entrent dans la composition de la spirale (fig. 8), a au moins $\frac{1}{20}$ de millimètre en diamètre. Ils paraissent lavés d'une légère teinte de purpurin (*).

1564. Nous voilà donc arrivés à l'élément organisé du

(*) Nous avons comparé (1548) la membrane des animaux au gluten des végétaux; dans l'acte du déchirement, elle offre le même phénomène; les bords se ressoudent en mailles artificielles, au moindre effort qui les rapproche, après leur déchirement. Aussi, quand le scalpel vient à diviser, dans le sens de leur longueur, l'un des cylindres musculaires, voit-on tout-à-coup se reformer deux cylindres nouveaux.

muscle, et cet élément n'est pas autrement organisé que la masse elle-même; il en est un diminutif, c'est-à-dire qu'il est une longue vésicule close, imperforée aux deux extrémités, un cylindre, enfin, rempli de substances non encore organisées.

1565. C'est là que s'arrête sans doute la marche du développement de l'organe musculaire, à l'instant où la dissection nous en révèle la structure. Mais le muscle que nous étudions en cet instant était, dans l'animal, susceptible de croître encore; nous voyons en effet tous les jours les muscles maigrir ou grossir, selon que l'animal est plus ou moins bien nourri. Or, le développement du muscle n'est pas dû à l'engraissement, qui constitue l'embonpoint; la graisse en effet distend le tissu cellulaire qui s'en infiltre, et ce tissu cellulaire se trouve entre les diverses aponévroses de l'organe général, avec tous les caractères que nous lui avons reconnu plus haut, et qui le rendent reconnaissable au premier coup d'œil. Or, l'anatomie ne manquera pas de constater que le muscle ne doit pas toujours à une plus abondante infiltration de graisse, son accroissement nouveau en diamètre; mais qu'il a grossi souvent par une nouvelle acquisition de sa substance propre; et si alors on recommence la dissection par la méthode de désemboîtement, qui nous a servi à l'étudier une première fois, nous arriverons encore en dernière analyse au cylindre fibrillaire de la fig. 8, pl. 11; mais nous passerons, pour l'atteindre, par une série plus longue de désemboîtements. Si l'on veut que cette étude soit comparative, on aura soin d'avoir sous les yeux en même temps, et de disséquer de la sorte, le même muscle pris sur un sujet émacié et sur un sujet robuste. Or, admettons par hypothèse que le muscle du sujet émacié renferme cinq emboîtements, avant d'arriver à la fibre élémentaire, et que le muscle de même nom du sujet robuste en renferme six; ne vous semble-t-il pas rationnel de conclure que le sixième emboîtement de celui-ci est né dans le cylindre élémentaire de celui-là, cylindre qui est devenu aussi à

n tour une aponévrose de cinquième ordre? Mais alors pour ie le muscle continuât à croître indéfiniment, il suffirait ie chaque cylindre une fois arrivé à une certaine dimension, ngendrât dans son sein de nouveaux organes de sa nature, et nsi de suite à l'infini.

1566. L'organe musculaire chez les animaux se développe onc par emboîtements successifs, ainsi que se développent ous les organes des végétaux, et la théorie vésiculaire s'applique tout aussi bien aux muscles qu'au tissu adipeux (1486).

1567. Mais de même que chaque cellule cylindrique endre et reproduit son type par sa paroi interne, de même le peut engendrer par sa paroi externe, et cela dans l'ordre ue suivent ses éléments organisateurs. Si cela a lieu, on erra, dans la même gaîne aponévrotique, des cylindres de verses longueurs, les plus longs s'insérant plus bas, les plus ourts s'insérant plus haut sur la surface d'un même organe, n sorte que leur disposition sera ou en spirale ou flabelliorme, et que l'aspect général de l'organe musculaire offrira es stries longitudinales, des fibres qui viendront s'effacer de lus en plus bas, vers le point d'insertion de l'organe. Or, un uscle quelconque n'affecte jamais une autre configuration un autre aspect.

1568. Si maintenant nous voulons comparer la structure nimale, avec la structure végétale, telle que nous l'avons xposée dans le *Nouveau système de physiologie végétale*, ous arriverons forcément à cette conséquence, que l'organe usculaire, chez les animaux, affecte la même organisation, ccupe la même place, suit enfin les mêmes lois de développement que les nervures végétales, ces cellules allongées nfin qu'on avait si improprement désignées sous le nom de aisseaux et de trachées.

1569. Nous venons de suivre le développement dans sa arche naturelle, nous avons procédé par la voie ascendante; herchons à compléter la théorie, en rétrogradant par la penée, en remontant à reculons, de l'état adulte du muscle,

jusqu'à son état embryonnaire, si je puis m'exprimer ainsi; nous avons raisonné par accroissement, raisonnons maintenant par décroissement.

Lorsque nous nous contentons de disséquer un muscle de 40 centim. de long pris sur un adulte d'une taille de 1 mètre 70 centim., nous sommes portés à perdre de vue et l'origine de son développement, et ses rapports d'analogie, par cela seul que le scalpel qui divise l'organe, semble éloigner d'autant notre pensée des rapports d'unité. Mais descendons progressivement de ces dimensions gigantesques pour l'observation, aux dimensions d'un âge moins avancé et d'une taille moindre, il est évident que l'accroissement de l'individu ayant lieu proportionnellement pour chaque organe lorsque l'individu n'avait que 85 centim., le muscle qui fait le sujet de l'observation, ne devait avoir environ que 20 centim. de long, qu'il était réduit à 10 centim. quand l'individu n'avait encore que 42 centim., enfin, quand l'individu encore embryonnaire n'avait que 2 centim., le muscle ne devait avoir que 2 millim. de long. Or, comme tout le contenu a dû décroître dans la même proportion que le contenant, nous retrouverons dans son sein, à cette époque, réduits proportionnellement, tous les grands compartiments aponévrotiques, que nous avions isolés sur l'adulte, comme tout autant d'unités secondaires, tertiaires, etc. Et comme l'épaisseur de l'organe ne s'opposera pas au passage des rayons lumineux, il nous sera facile de lire par réfraction (568) son organisation intime, qui nous apparaîtra alors sous la forme d'une cellule pleine d'autres cellules (pl. 18, fig. 16), c'est-à-dire sous la forme d'un tissu qui ne se distinguera, sous aucun rapport, du tissu que nous désignons, par le nom de tissu cellulaire, quand nous l'étudions autour d'un muscle parvenu à de colossales proportions. Chez les végétaux, nous avons démontré qu'à cette époque embryonnaire, les deux tissus appelés à jouer plus tard deux rôles différents, n'étaient pas organisés autrement l'un que l'autre; qu'ils offraient

un et l'autre le même aspect, la même nature chimique, le même nombre de pièces; nous avons été plus loin même, et nous avons annoncé que ces deux tissus se retrouvaient avec la même structure et le même nombre de pièces chez les animaux (*). ; c'est ici le lieu de peindre aux regards cette analogie. La fig. 13, pl. 18, représente une lame d'un des muscles de l'œil d'un lapin, observée à un grossissement de 350 diamètres. La masse (α) ne s'y montre que striée, à cause de son épaisseur et partant de son opacité, qui fait que les cylindres se dessinent les uns à travers les autres. Mais lorsque l'on arrive aux bords déchirés de l'organe, on y trouve distinctement des cylindres assez courts (β), pour que l'œil en embrasse les deux extrémités à la fois; et sur les parois de chacun de ces cylindres (β) se dessinent des stries transversales opaques, dans lesquelles l'analogie aujourd'hui ne saurait manquer de voir les ombres des spires, qui chez les végétaux ont donné lieu à tant d'illusions bizarres. Si au microscope les mêmes images indiquent les mêmes dispositions, nous retrouvons donc ici ces fibres qui dans les cellules vasculaires des végétaux, se contournent en *tire-bouchons*, faute de pouvoir s'étirer, d'un seul jet, dans une capacité trop étroite. Mais la similitude devient plus frappante, lorsqu'on soumet au même grossissement un des muscles d'un petit pinson sorti depuis quatre jours environ de sa coquille (pl. 18, fig. 18). Les tours de spire y acquièrent ici un relief qui ne permet plus de se méprendre sur leur analogie; car chacun de ses cylindres a $\frac{1}{70}$ environ de millim. en diamètre, ce qui donne une image de 5 millim. de diamètre au grossissement de 350 fois.

1570. Les muscles que nous venons d'étudier, ont été iso-

(*) *Gazette des hôpitaux*, 7 avril 1836. — *Nouv. syst. de physiol. végét. et de botan.*, tom. II, pag. 195, 1836. Notre manière de concevoir la structure générale du muscle paraît en être arrivée à la période de l'évidence; car Blainville a ordonné à son école de l'adopter, par la méthode ordinaire, c'est-à-dire de la copier textuellement et sans citation.

lés par la dissection ; ils ont par conséquent été soumis à des tiraillements et à des déchirements qui ne doivent pas avoir laissé que de les déformer et d'en altérer, sur plusieurs points, la structure et la continuité. La démonstration ne laisserait pas le moindre doute dans l'esprit, s'il nous était permis de les étudier en place, et sans les amoindrir pour les rendre transparents. Or, c'est un résultat qu'il est facile d'obtenir sur les animaux de petit calibre, et qui sont transparents, à la loupe et au microscope, par toutes les parties de leur corps. Les exemples de ce genre se présenteront fréquemment à l'œil de l'observateur attentif; nous avons pris le nôtre, en juin 1837, sur des œufs que l'*araignée aquatique* avait enveloppés, de leur coque jaune de soie, à la base d'une tige d'un *juncus maritimus* de la mare de Gentilly. La coque a environ 8 millim. de diamètre ; l'œuf a plus de 2 millim. de long. Écrasé sur le porte-objet, il s'en échappe un embryon tout formé, avec un suçoir énorme, ses pattes unguiculées, plus un long cordon ombilical, qui part d'une masse de tissu cellulaire d'un réseau élégant et régulier. Nous avons représenté ce réseau (pl. 18, fig. 16), à un simple grossissement de 50 fois, au microscope simple. On voit que ce sont des cellules striées par l'ombre de leurs petites spires, comme le seraient les compartiments cellulaires d'un gros muscle, si par la pensée on le suppose réduit à de si petites dimensions. Or, les muscles réels de l'embryon n'affectent pas une autre structure et un autre aspect, ainsi que le montre l'extrémité unguiculée de l'une des pattes (pl. 18, fig. 15). Ici la patte est encore emprisonnée dans la vésicule (α) qui lui a donné naissance, et qui est destinée à tomber au grand jour. L'ongle (β) est diaphane. Mais les muscles qui sont appelés à mouvoir ce tarse, cette extrême articulation, se dessinent (γ) comme tout autant de cellules effilées à leurs deux extrémités, et striées par la réfraction de leurs spires. Si ce petit membre avait reçu de la nature la destination d'un avant-bras d'un mammifère, chacune de ses petites cellules, que nous voyons

ici sans nom et agglomérées comme sans ordre, prendrait un nom caractéristique, une fois parvenu aux dimensions, auxquelles nous sommes habitués d'attacher une grande importance. Or, les muscles du corps humain que nous figurons et que nous désignons par des traits et des signes invariables, ont commencé par être aussi petits que chacune de ces parties musculaires du tarse de l'embryon de notre araignée, et à cette époque ils étaient tout aussi innominés que ceux-là.

1571. L'organe musculaire a donc pour élément générateur, une cellule imperforée, tapissée d'une spire qui la distend et se dessine à travers ses parois transparentes, élaborant sa substance organisatrice (*) en cellules conformes à son type, qui prennent naissance ou sur la paroi interne et en accroissent ainsi le diamètre, ou sur la paroi externe et augmentent ainsi le nombre de ces sortes d'unités élémentaires, et qui toutes sont destinées à croître beaucoup plus en longueur qu'en largeur.

1572. Si nous poussons l'analogie jusqu'à ses dernières limites, nous conclurons que, sur certains animaux à tous les âges, et à un certain âge sur certains autres, le muscle peut se trouver réduit à un simple tube imperforé, rempli de substances organisatrices, et distendu par une spirale qui se déroule de l'une à l'autre de ses extrémités.

§ II. MÉCANISME DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE.

1573. Des physiologistes d'une époque déjà ancienne ont soutenu que les muscles se contractent par les zigzags que

(*) Il est évident qu'aucun de ces cylindres n'est vide ; car autrement il se remplirait d'air pour se distendre, ou s'aplatirait pour se confondre à l'œil avec tous les tissus ambiants. Or, il se dessine en cylindre, donc il n'est pas aplati. Sous l'eau, il ne paraît pas opaque, donc il n'est pas rempli d'air (576); il est limpide et transparent, donc il est rempli d'une substance organisatrice analogue, par son pouvoir réfringent, à la nature chimique de la membrane.

décrirait, d'après eux, la fibre musculaire. Dans ces derniers temps, Prévost et Dumas ont reproduit cette opinion, en l'appuyant sur une observation électro-microscopique. Ces deux auteurs ayant placé, au foyer du microscope, une lame de tissu musculaire, et l'ayant soumise en même temps à l'influence de la pile, annoncèrent avoir vu chaque filet musculaire se plier en zigzag et décrire des angles, dont le sommet aboutissait à la terminaison du filet nerveux.

Cette observation est appuyée d'une figure très bien dessinée (*).

1574. Mais, 1° il est difficile de concevoir comment des filets élastiques pourraient se prêter à décrire des lignes aussi bien brisées, que les ont figurées les auteurs de ce travail.

2° On aurait dû en même temps nous apprendre à distinguer, les uns des autres, les filets musculaires des dernières fibrilles du système nerveux. Une fois que les nerfs finissent par s'approcher du calibre des cylindres élémentaire d'un muscle, je déclare qu'il me serait impossible à moi de distinguer, au microscope, ce qui appartient au nerf, de ce qui appartient au muscle. Les anatomistes savent très bien qu'en poursuivant à la loupe les nerfs, jusqu'à leurs dernières ramifications, il leur deviendrait bien difficile de se prononcer sur la nature du tissu qu'ils observent. Que serait-ce au microscope, où le plus souvent l'œil seul est invoqué en témoignage, et où le scalpel ne peut plus rien poursuivre et plus rien démêler?

3° Alors même que les auteurs auraient aperçu quelque chose d'analogue aux figures, dont ils ont accompagné leurs descriptions, cette expérience ne prouverait nullement ce qu'ils avancent. La lame musculaire, en effet, s'applique nécessairement par plusieurs points sur la surface du porte-objet; or, si l'on détermine un tiraillement par un de ses bouts, soit mécaniquement, soit en excitant la fibre nerveuse

(*) *Annal. des sciences naturelles*, 1824.

par le courant voltaïque, ce tiraillement seul suffira, à cause des résistances des points adhérents à la surface du porte-objet, pour déterminer des mouvements sinueux, que le dessin rendra ensuite plus ou moins réguliers et plus ou moins anguleux. Le résultat de cette observation est donc tout artificiel, et ne peut nullement être considéré comme représentant ce qui se passe dans la nature.

1575. La seule manière rationnelle de constater le mécanisme de la contraction musculaire, c'est évidemment d'observer le muscle se contractant sous l'influence vitale. Or, les occasions de procéder à cette observation ne manquent pas de se présenter, quand on se livre à l'étude des animaux inférieurs de l'échelle systématique. Combien de fois n'ai-je pas examiné attentivement la contraction musculaire du pied des Anodontes, des Gastéropodes, etc. ! Eh bien ! je puis certifier que jamais la fibre musculaire ne m'a rien offert d'analogue aux figures des auteurs que je réfute. La contraction n'avait lieu qu'au moyen du raccourcissement de la fibre ; et le raccourcissement de la fibre s'opérait par son extension en largeur, ce qui occasionnait de petits renflements sur toute l'étendue de la fibre.

1576. La même observation peut se faire, avec un égal succès, sur le Rotifère (pl. 19, fig. 1), infusoire qui, dans le principe, a donné lieu à tant de fables. Il est vrai que mon assertion aura l'air d'un paradoxe aux yeux des physiologistes; car ils prétendent que ces animaux microscopiques ne possédent rien d'analogue aux muscles et aux nerfs. Les physiologistes auraient dû simplement avancer que nos moyens d'observation ne nous permettent pas de distinguer les différents muscles de ces animaux, avec la même facilité que nous distinguons le trapèze, le deltoïde, le grand dentelé de l'homme. Mais nier l'existence de muscles chez les animaux qui fléchissent, étendent, raccourcissent leur corps ; nier des nerfs chez des animaux que l'on épouvante, dont on arrête les mouvements par une secousse, c'est vouloir ravir à l'histoire natu-

relle ce qui en fait la base la plus solide, je veux dire l'analogie. Mais ce n'est pas par l'analogie, c'est par l'observation directe que l'on constate l'existence du système musculaire, et en même temps le mécanisme de ses contractions chez le rotifère; il suffit de diminuer un peu l'intensité de la lumière. Or, toutes les fois que l'animal rentre en lui-même, effrayé par la moindre secousse du porte-objet (pl. 19, fig. 3, 4), ou que, rassuré, et revenu de sa frayeur, il développe son corps dans le liquide (fig. 5), on voit les cylindres musculaires qui sillonnent son corps de la tête à la queue, grossir en se raccourcissant ou s'amincir en s'allongeant; et ce mécanisme est tellement saisissable, qu'on ne conserve plus de doute à cet égard.

Aussi la doctrine académique a-t-elle fini par se rendre à l'évidence, et par permettre à sa subvention de réfuter la théorie de Dumas, en copiant cette page; il a fallu dix ans pour arriver à ce résultat.

1577. Quoi qu'il en soit, après avoir trouvé le mécanisme général de la contraction musculaire, nous avons depuis, par la découverte des spires végétales dans chacun des cylindres élémentaires, nous avons, dis-je, mis à nu le ressort de ces mouvements; en effet, quand la spirale écarte ses tours de spire, le cylindre doit s'allonger et s'amincir, et le muscle doit se comporter de la même manière que chacune de ses parties. Lorsque, au contraire, la spirale rapproche ses tours de spire, le cylindre, et partant le muscle qui en est composé, doit se raccourcir et augmenter de diamètre, se contracter et s'enfler en même temps. Quant à l'impulsion qui est la cause de ces extensions et de ces contractions, les expériences en grand démontrent assez qu'elle émane de l'appareil nerveux.

Mais la théorie de la contraction musculaire, que nous n'avons pas eu besoin d'expliquer fort longuement dans le précédent paragraphe, tant elle est simple et conforme à tout ce que nous savons en mécanique, cette théorie se traduit de la manière la plus pittoresque, et presque dans les mêmes

termes : chez un genre de végétal et un genre d'animal, qui vivent également dans les eaux, chez la vallisnerie et chez la vorticelle. La vallisnerie est une plante bisexuelle qui croît fixée au fond des eaux, et dont les fleurs ne viennent à la surface, que pour se féconder au contact de l'air et de la lumière. Mais pour arriver à se rencontrer ainsi sur la limite des eaux et de l'atmosphère, les fleurs mâles se détachent de la souche, et montent isolées s'épanouir en voguant sur les eaux. Au même instant, la fleur femelle arrive aussi au rendez-vous; mais non pas libre des chaînes qui l'attachent à la plante maternelle; car elle porte dans son sein le germe qui ne saurait mûrir isolé. Or, la nature a disposé le pédoncule de la fleur femelle en tours nombreux de spire, en une espèce de longue vrille, qui peut, en se déroulant, se prêter à la course de la fleur, et, en rapprochant ses tours de spire, la ramener fécondée sous l'aisselle du feuillage maternel. Supposez cette gigantesque spire emprisonnée dans un cylindre albumineux et élastique, ce cylindre offrira toutes les pièces qui constituent le cylindre musculaire; mais dans le sein des eaux, ce cylindre s'est appliqué sur les parois de la spire, qui nous semble dès lors une unité isolée, d'une structure homogène, et d'un seul nom.

1578. Chez les animaux, la vorticelle nous offre le même phénomène, non plus à la saison des amours, mais à toutes les secondes, lorsque nous la soumettons à l'observation microscopique dans un verre de montre, qui est, pour ce monde de monades enchaînés au même point, un océan considérable. La vorticelle est rameuse, c'est un polypier mou, composé d'un nombre indéfini de petits polypes (γ, fig. 23, pl. 7) qui s'attachent à la souche par un long pédicule roulé en spirale (α) ; lorsque l'animal épanouit sa surface respiratoire et qu'il fend les eaux comme un trait, les tours de spire s'écartent, et le pédicule (α) s'allonge au gré de l'animal; lorsque l'animal recule de frayeur devant le danger, ou de dégoût devant une nourriture nuisible, le pédicule rapproche ses

tours de spire, et l'animal rentre en lui-même (β), pour ne point s'opposer à ce mouvement de recul. La contraction succède à la dilatation, et celle-ci à la contraction, par des mouvements si prompts et à des époques si rapprochées, que je ne pourrais mieux comparer ce joli phénomène qu'au bouquet d'un feu d'artifice qui lance une gerbe d'étoiles, et semble les reprendre éteintes et décolorées, pour les lancer étincelantes de nouveau dans les airs. Ainsi l'animal avance et s'allonge, en déroulant les tours de spire de l'unique organe musculaire qui l'attache à la souche; il recule en rapprochant les tours de spire d'abord déroulés; ce pédicule serait donc évidemment notre cylindre musculaire, s'il manœuvrait de la sorte dans un fourreau élastique, et que les tours de spire fussent moins visibles. Est-ce qu'il cesserait d'offrir la même analogie aux yeux du philosophe, parce que la spire qui le fait mouvoir est plus visible que le cylindre, lequel s'est agglutiné à sa surface, dans un milieu qui ne lui aurait pas permis de s'en tenir à distance sans se décomposer ?

§ III. CARACTÈRES CHIMIQUES DU MUSCLE.

1579. Les parois des cylindres musculaires, dont nous avons déjà parlé, une fois dépouillées de toutes les substances qu'elles renferment, possèdent tous les caractères de l'albumine coagulée, ou, comme l'on dit en chimie, de la fibrine (1538). Seulement ils ne se dissolvent jamais en entier dans les menstrues acides ou alcalins qui dissolvent la fibrine. Car ici on n'a pas à traiter un coagulum informe, mais un tissu dont les molécules se sont rapprochées sous l'influence de la vitalité.

1580. L'eau bouillante les rend plus consistants, ainsi que l'alcool et tous les réactifs qui coagulent l'albumine.

1581. Jusqu'à présent on ne s'est occupé que de constater en grand, le nombre et la nature des substances que l'eau froide et l'eau bouillante peuvent enlever à une masse mus-

culaire. On a trouvé qu'un muscle se composait de *fibrine*, d'*albumine*, de *matière extractive*, de *graisse*, de *substances capables de passer à l'état de gélatine*, d'*acide lactique*, et de *différents sels*. Je ne m'occuperai pas ici de la nature de ces substances organisatrices. Je ferai seulement remarquer que le muscle réunissant, dans l'ensemble de son organisation, les cylindres musculaires, des vaisseaux sanguins, des vaisseaux lymphatiques très nombreux, des nerfs plus nombreux encore, du tissu cellulaire plus ou moins adipeux, il en résulte que la chimie en grand a dû confondre, dans le même résultat, les substances organisatrices qui sont spéciales à chacun de ces divers systèmes d'organes, et s'exposer encore, en cette circonstance, à prendre des mélanges pour des produits *suî generis*. L'analyse de la substance musculaire reste donc à faire ; et pour y procéder d'une manière rigoureuse, il est indispensable d'opérer sur le cylindre musculaire lui-même, isolé de tous les organes hétérogènes qui s'associent anatomiquement à lui ; il faut surtout, en cette circonstance, transporter le laboratoire sur le porte-objet.

1582. J'ai eu déjà l'occasion de faire remarquer les effets singuliers que des ébullitions successives produisent sur la fécule, en la transformant en *acide caséique* le mieux prononcé (923) ; Berthollet, de son côté, avait signalé un phénomène analogue à l'égard de la substance musculaire. D'après lui, si, après chaque ébullition, on a soin de tenir la chair exposée au-dessus de l'eau, dans une certaine quantité d'air, la chair s'altère, l'air se charge de gaz acide carbonique et d'une odeur infecte ; mais ces phénomènes perdent peu à peu de leur intensité, et la chair finit par prendre l'odeur et la saveur du vieux fromage.

1583. Le résultat le plus curieux auquel ait donné lieu l'étude en grand de la substance musculaire, serait sans contredit celui qu'a obtenu Braconnot, si l'auteur avait eu la précaution de soumettre le produit à la contre-épreuve d'une analyse rigoureuse. L'auteur divise la chair, la lave, l'exprime

dans une toile, et la broie avec une quantité égale d'acide sulfurique concentré. La chair s'y ramollit et s'y dissout presque en entier sans dégagement de gaz sulfureux. On chauffe doucement, et on enlève, après le refroidissement, une couche de graisse qui s'est réunie à la surface. On étend d'eau, et on fait bouillir le tout pendant neuf heures, en ayant soin de remplacer l'eau à mesure qu'elle se vaporise; on sature par la craie, l'on filtre et on évapore. L'extrait a une saveur marquée de bouillon et n'est point sucré; mais, remarquez bien, LA POTASSE EN DÉGAGE DE L'AMMONIAQUE; il se dissout en partie dans l'alcool bouillant, qui, par le refroidissement, laisse déposer une matière blanche, que l'auteur a désignée comme substance immédiate, sous le nom de *leucine*.

1584. Pour l'obtenir pure, il la redissout dans l'eau, précipite une matière animale par l'infusion de tannin, et évapore convenablement.

1585. Les propriétés de cette substance seraient, d'après Braconnot, d'avoir une saveur agréable de jus de viande ou de bouillon, de fondre à un degré bien inférieur à 100, de répandre alors une odeur de viande grillée; DE SE SUBLIMER EN PARTIE SOUS FORME DE PETITS CRISTAUX BLANCS, GRENUS, OPAQUES, et de se décomposer ensuite en huile, ammoniaque, etc. Sa dissolution dans l'eau ne serait troublée que par le nitrate de mercure.

1586. Enfin, en traitant la LEUCINE par de l'acide nitrique, et évaporant, l'auteur pense avoir obtenu un second produit acide, qu'il nomme acide *nitro-leucique*.

1587. Mais je ne vois, dans aucune des circonstances de ce travail, rien qui puisse autoriser rationnellement à considérer ces deux produits autrement que comme des mélanges, dont il reste à déterminer les éléments par de nouvelles recherches. L'acide *nitro-leucique* n'est évidemment qu'un mélange d'acide nitrique et de la *leucine*. Qant à la leucine, je n'y vois qu'un mélange d'huile et même d'albumine rendue soluble par la présence d'un acide, puis enfin d'un

sulfite d'ammoniaque qui SE SUBLIME à la distillation. C'est ce qu'il eût fallu réfuter, avant de léguer deux nouveaux noms à la science.

1588. En voici un troisième qui date de 1832 : c'est la CRÉATINE (*). Chevreul a désigné sous ce nom une substance qu'il a retirée de l'extrait aqueux de la chair musculaire, et qu'il regarde comme un principe immédiat ; et nos lecteurs savent déjà assez qu'en fait de principes immédiats, l'Académie n'y regarde pas de si près. D'après lui, ce principe est inodore, insipide ; il cristallise en *petits cubes qui se déposent les uns à côté des autres, en forme de trémie, comme les cristaux de sel marin.* Il n'a point d'action sur le tournesol ni le sirop de violettes ; il est insoluble dans l'alcool, soluble dans l'eau, l'acide sulfurique ; à chaud, l'acide le transforme en amer jaune ; par la chaleur, il se décompose en fournissant des produits ammoniacaux et une odeur prussique. Mais l'une de ses plus curieuses propriétés, c'est que, *quoique insipide par lui-même*, il paraît communiquer à l'extrait de viande *une saveur douce et sucrée* ! On retire ce principe de l'extrait de viande traité par l'alcool qui dissout les sels et l'osmazome. Ce principe reste mêlé à une matière extractive, dont on le sépare par cristallisation. L'auteur ajoute que ce principe n'existe dans la chair musculaire qu'en fort petite quantité. Cependant, comme, en réunissant de petites quantités on en fait de grandes, et que, grâce aux fonds des établissements publics, la chair musculaire ne coûte rien aux laboratoires, Chevreul aurait dû, au moins depuis l'annonce de sa découverte, et après avoir pris date, se livrer à une étude plus approfondie de ce produit. Nous sommes persuadé que l'auteur n'aura pas abandonné sa découverte à la forme d'un simple essai sans importance, qu'il aura approfondi ce sujet avec la persévérance qui le caractérise, et que c'est en conséquence qu'il n'en aura plus parlé depuis cinq ans.

(*) *Journal de chimie médicale,* tom. VIII, p. 548.

1589. Quant à nous, il y aurait témérité à décider catégoriquement de ce que Chevreul a vu. Nous devons nous contenter d'indiquer aux observateurs, ce qui, dans une étude semblable, serait dans le cas de les rendre dupes d'une illusion analogue à celle à laquelle Chevreul ne nous paraît pas avoir échappé. La chair musculaire renferme en abondance du sucre, de l'albumine, de l'huile, et du sel marin plus que tout autre sel. L'alcool dissout à la fois l'huile, le sel marin, le sucre, et même une certaine quantité d'albumine. Par évaporation, il abandonnera toutes ces choses mêlées et confondues, substances incristallisables avec substances susceptibles de cristalliser. Or, les premières entreront nécessairement dans les cristaux des secondes (148). Rien ne cristallise mieux dans un mélange que le sel marin ; ses cubes et ses trémies s'y forment avec autant de régularité que s'il était seul. Or, quand on agit sur de petites quantités, on ne cherche pas à l'isoler, crainte de tout perdre, et on soumet le mélange à l'analyse, sauf au raisonnement à faire la part du résultat à chacun des principes. Mais ici le raisonnement n'a vu qu'un principe dans les caractères de tous ; et certes, rien ne serait plus nouveau qu'un principe qui pourrait s'affubler ainsi des caractères de plusieurs autres. Nous ne trouvons donc, dans la substance que Chevreul nomme *créatine*, que du sel marin qui cristallise à sa manière ordinaire, mélangé à de l'huile, à du sucre et à de l'albumine, plus à des sels ammoniacaux, que la chaleur dégage ou réduit, et qui prêtent à la fumée l'odeur d'acide prussique, que nous rencontrons dans la combustion de tant de substances innocentes par elles-mêmes.

DEUXIÈME ESPÈCE.

Tissu cellulaire.

1590. En suivant l'ordre du développement, nous aurions dû placer cette espèce avant toutes les autres ; car toutes les autres ont commencé par elle, et n'en sont qu'une transformation; le tissu cellulaire avait par-devers lui tout ce qu'il fallait, pour devenir l'analogue de l'un des autres tissus, s'il avait reçu l'impulsion qui a développé les muscles, os, ou nerfs, etc.; mais il est resté stationnaire et avec ses formes originelles, quand chaque organe autour de lui s'est accru, et a pris la direction qui le caractérise dans l'adulte; il n'est tissu cellulaire que par cette seule raison; objet de rebut pour le scalpel qui isole les grandes unités, et limite les résistances, il n'en est pas moins, aux yeux de l'analogie, la matrice des grands organes et des développements qui prennent un nom distinct. Nous avons jugé à propos d'en placer la description après celle des muscles, pour suivre la méthode qui démontre, et parce que notre esprit est habitué à remonter à la cause par l'effet, au petit par le grand, à l'invisible par le visible; aussi a-t-on vu avec quelle facilité l'étude de l'organisation du muscle nous a amené à reconnaître l'organisation du tissu cellulaire, et à constater qu'à une certaine époque, celui-ci (pl. 18, fig. 16) ne différait sous aucun rapport de celui-là (*ibid.* fig. 15), et qu'alors ils affectaient tous les deux non seulement la même configuration, mais encore les mêmes dimensions; et qu'enfin ils ne se distinguaient en rien du tissu cellulaire végétal, doué de la vie et suffisant à son élaboration, tel que nous l'avons décrit dans le *Nouveau système de physiologie végétale*.

1591. En conséquence, le tissu cellulaire est composé de vésicules qui ne se développent pas plus dans un sens que dans l'autre, et dont les emboîtements successifs se prêtent à la forme sphérique. Enfin ce sont des organes qui n'engen-

drent et ne reproduisent leur type que par leur paroi interne, et qui par conséquent ne pouvant se mouler sur des interstices, mais seulement dans une capacité vésiculaire, ne sauraient jamais prendre la direction en longueur, et revêtir la forme cylindrique de l'élément musculaire.

1592. En disant que le tissu cellulaire est l'analogue de tous les autres tissus, mais restés à un état stationnaire, nous n'avons donné à ce dernier mot d'autre acception que celle de développement qui s'arrête à ses formes originelles, mais non celle d'organe qui cesserait d'élaborer; dans un être vivant, en effet, rien de tel ne saurait exister impunément; au sein d'un foyer aussi puissant d'élaboration, tout ce qui cesse d'agir est absorbé ou se décompose, et disparaît au profit ou au détriment des tissus voisins. Le tissu cellulaire dans le corps vivant n'est donc pas inerte, épuisé, aranéeux enfin, comme il s'offre à nos yeux, sous le tranchant du scalpel qui le déchire. Ses cellules absorbent les liquides et les élaborent en substances d'approvisionnement, qu'elles conservent ou qu'elles cèdent, selon que l'énergie s'éteint ou redouble dans les organes d'un ordre supérieur. Aussi le trouve-t-on turgescent, limpide, et d'une structure symétrique, quand il élabore à son profit; vide, plissé, aminci, et presque réduit à rien, quand il a sacrifié le produit de son élaboration à l'accroissement et à l'élaboration des organes voisins; et la dissection le rencontre sous l'une ou l'autre forme, entre les organes et entre les divers emboîtements du même organe, autour des grands muscles et autour de chacune de leurs divisions intérieures, divisions qu'au besoin on pourrait considérer comme tout autant de muscles spéciaux, et agissant, pour leur compte séparé, dans la contraction qui en est la résultante générale. On rencontre le tissu cellulaire logé entre tous les embranchements des nerfs, tous les lobes des glandes; c'est lui qui remplit toutes les lacunes, et qui forme pour ainsi dire le lien général de la charpente, la trame enfin du tissu animé, et qui, contemporain de tous les organes, ou plutôt le premier en date, dans

stoire du développement organisé, fait, de toutes les pièces la dissection isole, une grande et harmonieuse unité, dont développement général n'est qu'une extension et une reduction indéfinie du dedans au dehors.

1593. Ainsi nous pouvons rencontrer le tissu cellulaire à ux états différents : ou bien épuisé de ses sucs, des produits son élaboration, et réduit aux simples parois de ses vésies; ou bien infiltré de sucs, et ne possédant pas une seule ses cellules qui ne soit distendue par un liquide élaboré. chimie démontre que, dans le plus grand nombre de cas, liquide n'est autre qu'une substance oléagineuse ou fluide a température ordinaire (*huile*), ou concrète à la même npérature (*graisse*); alors le tissu cellulaire prend le nom *tissu adipeux*, dont nous avons plus haut décrit l'histoire 486); *tissu adipeux* et *tissu cellulaire*, deux états différents alternatifs du même tissu, simple charpente d'organes d'approvisionnement et de nutrition, analogue enfin du tissu qui, ez les végétaux, prend le nom de *périsperme*.

1594. Aussi voit-on le tissu adipeux s'enrichir par le repos s organes qu'il enveloppe; s'appauvrir, s'émacier, et se nsformer en simple tissu cellulaire, lorsque ces organes loublent d'énergie et d'exercice. L'animal qui ne se meut s engraisse; l'animal qui s'exerce grossit; l'animal qui se igue maigrit. Chez le premier, les produits de la nutrition transforment en graisse, élaborés qu'ils sont par le tissu llulaire. Chez le second, les produits de la digestion élabos par le tissu cellulaire en principes oléagineux, sont transmés en nouveaux tissus par les organes qui se meuvent, i augmentent de fécondité, en recevant une nouvelle éner, et se développent par le mouvement. Chez le troisième, xcès d'énergie use tous les produits; l'élaboration la plus tive ne peut suffire à une exorbitante consommation, et rgane dévore, pour ainsi dire, sa propre substance. Noulle confirmation de l'analogie qui existe entre le rôle que ie la graisse chez les animaux (1485), et celui de l'amidon ez les végétaux (886).

1595. Nous avons vu, en parlant du tissu adipeux, que le cellules d'une même formation, en se pressant les unes contr les autres, finissent par s'agglutiner, par confondre leurs pa rois en une seule, et par former un tout qui paraîtrait tou aussi homogène que l'eau ou que le verre fondu, sans un circonstance qui contribue à les dessiner aux yeux, en les en cadrant sur toute leur périphérie. Car les liquides nourricier qui apportent à chaque cellule le produit qu'elle aura à élabo rer, se fraient un passage, en dédoublant les parois contiguë qui tendent à s'accoler ensemble; et ce passage, réduit à s plus simple expression, est un canal cylindrique, qui, rempl d'une substance d'une différente densité que la substanc incluse dans la cellule, réfracte les rayons lumineux d'un autre manière qu'elle, et se dessine ainsi, comme au crayon en un réseau que représente la fig. 40 de la pl. 10.

1596. De là vient qu'il est tout aussi facile d'injecter l tissu cellulaire que le tissu vasculaire, pourvu qu'on abouch l'instrument à injections avec l'un quelconque de ces petit canaux. Mais, si, au lieu de liquide, on y injecte de l'air, qu'o insuffle enfin au lieu d'injecter, il arrivera que le réseau vas culaire du tissu cellulaire distendu par le gaz susceptible d'un grande dilatation, semblera s'être transformé lui-même e cellules, tant il se sera enflé, et tant il aura refoulé et dédou blé les cellules contiguës; et ces effets prendront des dimen sions d'autant plus considérables, que le tissu cellulaire s trouvera plus épuisé, et qu'il se sera sacrifié davantage l'accroissement des organes voisins.

1597. Or, ces infiltrations peuvent se reproduire, soit ar tificiellement et par l'effet d'une impulsion étrangère, ou na turellement et par l'effet de l'élaboration normale ou anormal du tissu même; et l'élaboration pourra être anormale, quan une solution de continuité aura abouché le réseau avec u liquide de rebut, et mis en contact ces organes sécréteu avec des produits de l'excrétion

TROISIÈME ESPÈCE.

Tissu nerveux.

1598. Le système nerveux se compose essentiellement
une masse principale, à laquelle arrivent toutes les sensa-
ns perçues à la surface extérieure de l'individu, ou sur les
fférentes surfaces de ses organes internes, pour s'y COMBINER
idées et en volontés, qui viennent à leur tour réagir sur
fibre musculaire et en déterminer les contractions.

1599. Le centre nerveux élabore la pensée, comme le *foie*
bore la *bile*, comme les organes mâles élaborent la fécon-
ion; et cette élaboration a lieu au DÉTRIMENT DE SA PROPRE
STANCE; car la méditation le fatigue et l'épuise même,
mme l'excès d'activité épuise les autres glandes.

1600. Le système nerveux, ramené à sa plus simple ex-
ession, se réduit donc à une masse centrale, d'où partent
filets qui se bifurquent à l'infini, pour atteindre, de leurs
ifications innombrables, tous les points où il y a une sen-
ion à percevoir et un organe à exciter. L'anatomie com-
ée nous fait connaître ensuite toutes les modifications que
êt ce type primitif, depuis le système si simple des mol-
ques jusqu'à celui des mammifères, et enfin jusqu'à celui
l'homme, chez lequel l'organe de la pensée semble être
ivé au *summum* de son développement.

§ I. STRUCTURE INTIME DES NERFS.

1601. Les filets nerveux sont des cordons d'une blancheur
atante, parce que peu de vaisseaux s'introduisent à travers
r enveloppe ou dans leur tissu. Ils s'amoindrissent, en se
urquant, jusqu'à n'avoir plus à l'œil nu que le diamètre
n poil.

1602. Quelques anatomistes anciens, et, dans ces derniers
nps, Bogros, avaient cru constater que les nerfs étaient ca-

naliculés, à l'instar des vaisseaux (*). Ce dernier auteur avait appuyé son opinion sur une multitude de préparations, que nous avons eues entre les mains, et dont quelques unes, il faut l'avouer, étaient bien propres à faire adopter ce système aux anatomistes qui, dans ces sortes de recherches, n'auraient voulu avoir recours qu'aux injections étudiées à l'œil nu, ou aux dissections grossières du scalpel.

1603. Cependant, même en se bornant à ces deux espèces d'investigations, on opposait à Bogros que les nerfs ne peuvent jamais être injectés vers leur origine; que l'injection ne réussit que là où le nerf est pourvu d'un névrilème fibreux, et que, par conséquent, le mercure injecté, bien loin de se glisser dans la longueur d'un canal central, ne faisait que courir, à l'insu de l'anatomiste, entre le cordon nerveux et son névrilème, ou bien dans les vaisseaux qui se rencontrent, ainsi que nous le verrons plus bas, dans les interstices des divers cordons d'un nerf. Mais on aurait pu répondre à cette objection que l'injection n'arrivait pas, sous une forme régulière, à la racine des nerfs, parce que là les parois du canal étaient trop peu consistantes, et cédaient trop facilement aux efforts du mercure; du reste, nous avons eu de petits filets injectés par Bogros; vus, même au microscope, il devenait incontestable que le mercure s'était formé un passage dans le centre de la substance nerveuse. Mais cette circonstance ne militait pas plus en faveur de l'opinion de Bogros que les objections de ses adversaires ne militaient contre elle. Car est-il nécessaire de supposer l'existence d'un canal organisé partout où le mercure se fait jour? Ne sait-on pas que, par sa propre pesanteur, il peut traverser des membranes assez fortes? Or, ici l'injection se faisait sous le poids de deux atmosphères. Il fallait donc recourir de part et d'autre à d'autres procédés; et c'est ce que nous avons fait avec assez de persévérance et de succès.

(*) Voyez *Répert. général d'anatomie*, tom. IV,

1604. J'ai exposé à une dessiccation spontanée, sur une plaque vernie ou sur une feuille de verre, de gros nerfs, tels que le médian du bras de l'homme et des ramifications du grand sympathique; et, à l'aide d'une lame de rasoir, j'ai obtenu des tranches, dont l'épaisseur dépassait à peine $\frac{1}{10}$ de millimètre, et en assez grand nombre, pour qu'en les plaçant à la suite les unes des autres, à l'instant même où je les obtenais, il me fût possible de me faire une idée exacte de la marche que chaque tronc nerveux suivait dans la substance du cordon nerveux. Or, dans le cas où un tronc nerveux eût été organiquement canaliculé, il est évident que ce canal eût offert, par la coupe transversale d'une lame aussi mince, une configuration susceptible d'être saisie au moyen des verres grossissants. On aurait pu objecter que ce canal, par ce procédé, pouvait échapper à l'observation, ses parois s'étant agglutinées par la dessiccation. Mais, même dans cette dernière hypothèse, on eût toujours trouvé des traces de cet organe; une ligne plus noire en eût marqué la place. D'un autre côté, toutes les fois que la dessiccation n'a pas été accompagnée d'un commencement de décomposition, les tissus desséchés n'ont besoin que d'être humectés d'une goutte d'eau, pour reprendre leurs premières dimensions et leurs premières formes.

1605. Or, en humectant les tranches obtenues au moyen du rasoir, il n'est plus permis à celui qui les observe au microscope, de penser que le moindre canal existe dans l'intérieur des troncs nerveux; leur structure se présente avec une homogénéité parfaite, et sans la moindre solution de continuité. L'action de l'alcool et celle de l'acide nitrique ne démentent nullement cette pensée; et pourtant, par suite du retrait que ces réactifs opèrent, le canal supposé devrait se rouvrir. Enfin j'ai tiraillé en tous sens le tissu observé, sans jamais pouvoir rendre béante la moindre ouverture; et la traction était assez forte, pour détacher les cordons nerveux des tissus membraneux qui les enveloppent.

1606. La planche 14 représente, dans ses modifications accessoires, la structure intime des nerfs au grossissement de 100 diamètres. La figure 3 offre une tranche d'une fibrille nerveuse du grand sympathique ; cette fibrille se compose d'un seul cordon entouré de la membrane qu'on est convenu d'appeler névrilème. La figure 2 offre une des nombreuses tranches du nerf médian du bras, que j'ai observées et dessinées avec le plus grand soin. Ce nerf se compose, comme on le voit, de plusieurs troncs (*c*) séparés entre eux par un tissu cellulaire lâche (*b*) qui sert à chacun d'eux de *névrilème*, le tout enveloppé dans un *névrilème* commun (*d*) ; on remarque un vaisseau (*a*) qui s'est insinué dans le tissu cellulaire. Plus on s'éloigne de l'origine du nerf médian, et plus le nombre de ces troncs nerveux augmente ; car, dans l'intérieur du névrilème commun, ils se bifurquent, tout aussi bien qu'au sortir de cette gaîne (*). La figure 4 appartient à un ganglion du grand sympathique. Ici les divers troncs nerveux (*c*), qu'enveloppe un névrilème commun (*d*), semblent s'emboîter à demi les uns dans les autres ; de nombreux vaisseaux sanguins (*a*) s'anastomosent dans le tissu cellulaire commun ; mais aucun d'eux ne pénètre jamais dans la substance même du tronc nerveux ; ils ne se glissent jamais que dans les interstices cellulaires qui les séparent entre eux (*b*). J'ai dû dessiner ces tranches, telles qu'elles se présentaient à moi au microscope, afin de ne rien laisser à l'arbitraire de l'imagination ; mais on doit observer que leurs contours sont ici déformés par la dessiccation ; à l'état naturel ils n'affectent jamais ces formes anguleuses, chaque cordon nerveux conservant la forme plus ou moins cylindroïde, d'où leur est venue leur dénomination.

Il résulte évidemment, de toutes ces observations, que les nerfs sont imperforés, et que les canaux, par lesquels circul

(*) Le nerf optique du bœuf, qui atteint 8 millimètres de diamètre, renferme une prodigieuse quantité de ces troncs nerveux, enveloppés par un névrilème commun épais et purpurin. (fig. 19. pl. 2).

le fluide qui alimente la pensée et détermine la volonté, ne sont pas abordables à nos moyens, même les plus délicats, de dissection.

1607. Nous venons de reconnaître l'aspect que présente au microscope une tranche transversale de nerf; il nous reste à étudier sa structure en longueur. On serait tenté de considérer toutes ces granulations arrondies, dont se composent les troncs nerveux des figures 2, 3, 4 de la planche 14, comme les orifices de tout autant de tubes, qui seraient alors d'une petitesse extrême; mais cette configuration pourrait bien n'être qu'un effet de la réfraction de la lumière vive et même solaire, avec laquelle j'éclairais l'objet pour mieux le dessiner; car, observés de cette manière, tous les tissus organiques se montrent également granulés. Le moyen suivant conduit, sous ce rapport, à un résultat plus positif. On serre d'une main un tronc nerveux simple (*c*, fig. 2), et de l'autre on pince avec la lame du scalpel, les bords de la section de ce tronc, et l'on tire à soi; on obtient ainsi des lames qui, placées au foyer du microscope, présentent une agrégation de tubes (*bb*, fig. 1) soudés entre eux côte à côte, et enveloppés de la membrane (*a*) dont nous avons déjà parlé. Chacun de ces cylindres affecte chez l'homme environ $\frac{1}{50}$ de millimètre en largeur, et se rapproche ainsi par son diamètre des cylindres musculaires. On remarque encore que ces cylindres sont pleins d'une substance dont le pouvoir réfringent ne diffère pas de celui de ses parois.

1608. Ainsi, à partir de leur origine, les nerfs se ramifient de dichotomies en dichotomies. Si ces dichotomies sont forcées de suivre leur direction, dans la capacité d'un long interstice tubulaire, elles s'y presseront comme dans une unité de même nom; et par une tranche transversale, on obtiendra la disposition que représentent les fig. 2, 4, de la pl. 14. Mais dès qu'une de ces subdivisions trouvera une issue latérale, elle se glissera entre deux organes contigus, et si ses dichotomies rencontrent les mêmes passages, elles continueront

à se séparer et à se bifurquer, jusqu'à ce qu'enfin les dernières en formation se rencontrent sur la limite de l'enveloppe générale de l'individu, et s'arrêtent là pour se mettre en rapport avec l'air extérieur.

1609. Or, quand on cherche à faire passer le scalpel d'un tronc nerveux dans le rameau auquel il donne naissance, on éprouve une résistance analogue à celle que les entre-nœuds végétaux opposent à l'instrument tranchant. Quand on parvient jusqu'à l'extrémité d'un rameau, ce qui ne saurait se faire avec certitude que dans l'embryon ou les plus jeunes sujets, on en trouve l'extrémité arrondie et imperforée. Combinons par la pensée ces deux données, et prenons ce tout, à l'époque à laquelle les deux extrémités étaient assez rapprochées, pour ne pas déborder le champ visuel du microscope; ce long rameau délié sera alors un tubercule ou plutôt un organe vésiculaire, une vésicule imperforée pleine du tissu qu'elle aura élaboré dans son sein, et qui est destiné à continuer le développement et le type; en sorte qu'à une certaine époque, tous les rameaux secondaires auraient pu être surpris aux dimensions de simples cellules, disséminées avec un certain ordre, sur la surface du tronc principal. Or, c'est ce que l'observation directe démontre, à l'âge où tout commence et où le développement devance et prépare la sensation et le mouvement. La figure 5, pl. 14, représente un filet nerveux de l'ischiatique, pris sur un fœtus de veau qui avait en longueur 15 centimètres seulement. Ce filet n'avait que $\frac{1}{12}$ environ de millimètre en diamètre. La surface, comme on le voit, en est tapissée de vésicules transparentes (α), de tubercules diaphanes, dans lesquels l'analogie indique tout autant de *gemmes* ou *bourgeons* de rameaux futurs; quant au tissu spécial du filet, on le voit réticulé, comme tout tissu composé de vésicules qui s'allongent; et il est facile d'admettre que, si cette portion de filet nerveux se trouvait réduite à la moitié de sa longueur seulement, les vésicules transparentes et isolées (α) se trouveraient alors rapprochées et agglutinées, et apparaî-

traient à l'œil, avec l'aspect du réseau sur lequel, à l'âge où nous observons ce nerf, elles sont comme implantées.

1610. Chaque rameau nerveux est donc organisé et se développe exactement de la même manière qu'un rameau végétal. C'est un entre-nœud, une vésicule allongée, qui a pris naissance sur la périphérie du rameau maternel, et qui y reste implanté par la base, articulé par l'agglutination de sa surface, comme la greffe sur le sujet. L'articulation des deux rameaux, c'est l'organe que l'anatomie désigne sous le nom de ganglion, quand les dimensions en sont telles que l'on peut les saisir à l'œil nu. C'est un *nœud végétal;* c'est l'empâtement du rameau secondaire sur le rameau maternel. C'est un nouveau centre de vitalité, analogue en tout point à ceux qui le précèdent en date, qui n'en diffère que par des moindres proportions, et partant par une plus jeune énergie et une moindre élaboration.

1611. Continuons à suivre la marche de la reproduction indéfinie de ces dichotomies; arrivons à la limite où elles s'arrêtent, et partant où elles se pressent, faute de trouver un milieu, pour continuer à se développer en longueur; et là l'appareil nerveux nous offrira une vaste houppe de fibrilles, si par la macération nous pouvons l'isoler du tissu cellulaire qui les enveloppe, ou bien une surface pavée de papilles innombrables, dont chacune sera l'extrémité arrondie et imperforée d'une fibrille, son extrémité arrivée au contact de l'air extérieur.

1612. Dans la nature, les analogies se soutiennent sous toutes les faces, et ne se démentent par aucun bout, quand elles ont été établies sur des bases rationnelles. En conséquence si le rameau nerveux est empâté, comme la nervure et le rameau végétal, sur le rameau maternel, il est permis d'admettre que ce rapprochement intime aura lieu, toutes les fois que les surfaces analogues pourront être mises en contact, artificiellement ou naturellement, c'est-à-dire que les sommités pourront se greffer entre elles comme elles s'empâtent, et que

partout, lorsque deux sommités de fibrilles se rencontreront face à face, elles formeront, en s'accolant, une anastomose, un cercle continu enfin; au lieu d'une bifurcation.

1613. Mais chacune de ces fibrilles microscopiques, observée plongée dans la lame d'un tissu non décomposé, ne se distinguera en aucune manière, à l'œil armé du plus puissant microscope ; car, réduite à ces dimensions, son pouvoir réfringent ne diffère pas de celui des autres tissus (577), et même de celui des liquides ambiants. A plus forte raison, ces fibrilles, pressées les unes contre les autres, se confondront de manière à présenter, à la réfraction, une lame homogène et comme une simple membrane sans accident. L'élément nerveux peut donc s'offrir à l'investigation, dans une circonstance telle, qu'il se noie, pour ainsi dire, dans ce qui l'environne, et ne fournisse aucun indice de sa présence, aucun de ses caractères distinctifs. Il serait donc absurde de prononcer qu'un organe, qu'un animal ne possède pas de nerfs, parce que l'on ne découvre à l'œil rien qui ressemble à une fibrille nerveuse; c'est à l'analogie à les indiquer, là où ils sont inapercevables; or, l'expérience ayant démontré que chez les grands animaux, les nerfs sont les conducteurs de la sensibilité et de l'impulsion locomotive, là où nous surprendrons mouvements spontanés et sensibilité, là doivent exister des nerfs ; de même que, partout où nous surprendrons une contraction musculaire, là nous devrons prononcer qu'il existe un organe analogue aux muscles des grands animaux. Et le muscle, réduit, comme le nerf, à sa plus simple expression (1564), n'est plus qu'une vésicule allongée, qu'une fibre élémentaire, que l'œil aurait alors de la peine à distinguer des tissus ambiants.

§ II. ORGANISATION DE LA MASSE CÉRÉBRALE.

1614. Nous venons de suivre les dichotomies de l'appareil nerveux, à partir de son origine jusqu'aux limites qui sépa-

rent le corps vivant de l'air extérieur. Si nous remontons, de dichotomie en dichotomie, nous arriverons à un point unique, qui est le premier nœud vital en date, la première matrice de tout ce développement, le germe de ce grand arbre, le réservoir de toutes les végétations qui ont pu trouver une issue au dehors, et se développer sans obstacle. Mais supposons que certains de ces germes secondaires, au lieu de pouvoir continuer librement leur marche dichotomique jusqu'aux surfaces extérieures du corps, se trouvent, à une certaine distance, arrêtés par un obstacle invincible, et se logent dans une cavité imperforée au dehors; là se pressant, faute de pouvoir s'étendre, grossissant faute de pouvoir s'allonger, s'aplatissant par la compression, se contournant, et s'enlaçant pour ainsi dire faute d'espace, elles formeront tôt ou tard une masse générale, dont le relief sera la contre-épreuve de la cavité, contre laquelle elle se sera moulée, et dont la périphérie, au lieu de présenter les papilles arrondies, que forment les extrémités nerveuses arrivées au contact de l'air, offrira des circonvolutions pour ainsi dire intestinales; chacune de ces circonvolutions sera le relief d'un grand lobe nerveux; la masse totale sera, sous le rapport de la structure anatomique, l'analogue des grandes loupes ligneuses dont nous avons déjà parlé (1216). Ce sera la masse cérébrale des animaux vertébrés; masse de lobes nerveux, qui, au lieu de se développer dans les interstices des organes, auront été forcés de vivre et grossir dans la capacité d'une boîte osseuse, de la cavité crânienne. Et de cette position résulte toute une destination nouvelle, et une différence immense entre les lobes emprisonnés et les lobes libres et ramifiés. Ceux-ci, en effet, parviennent à se mettre en rapport avec les objets extérieurs; les autres, isolés du monde extérieur, séparés, par une barrière infranchissable, de l'océan atmosphérique dans lequel nous vivons plongés, ne peuvent élaborer d'autres sensations que celles qui leur viennent des nerfs libres et ramifiés; impuissants à recevoir des impressions et des images, ils ne sont

aptes qu'à reproduire des perceptions, à élaborer la pensée, à rendre la volonté aux nerfs, en échange des sensations qu'ils en reçoivent; et c'est ce que nous indiquent hautement, dès la plus tendre enfance, notre sens intime, ainsi que nos gestes et nos mouvements automatiques.

1615. La substance dont cet organe sacré se compose est tellement pultacée, et tellement homogène, qu'il est bien difficile d'en représenter graphiquement l'organisation. Cependant son organisation est incontestable. Car si les grands lobes qui la divisent n'étaient que de grandes vésicules distendues par une substance inorganisée, il s'ensuivrait que, par un mouvement de bascule, on pourrait ramener en bas ce qui était en haut, et confondre successivement toutes les molécules; il s'ensuivrait encore que la surface des lobes n'offrirait d'autre inégalité, d'autres bosselures que celles que l'application des surfaces ambiantes y déterminerait, qu'enfin ces bosselures ne seraient que des empreintes, qui s'effaceraient d'elles-mêmes, une fois que l'organe serait soustrait au contact des corps voisins. Or, on observe invariablement tout le contraire. Car on a beau renverser, dans tous les sens, la masse cérébrale, on ne parvient jamais à déplacer, à mêler ensemble la substance grise et la substance médullaire des lobes cérébraux; on a beau les abandonner à la tension des substances qu'ils renferment, loin du contact des parois du crâne, on n'efface jamais ces élégantes circonvolutions qu'on remarque à leur surface. Du reste, ces circonvolutions affectent des directions et des nombres presque constants, chez quelque individu qu'on les observe; et les parois internes du crâne n'offrent pas la moindre empreinte capable de déterminer, sur un organe mou, de semblables configurations. Ceci est encore plus évident sur le lobe du cervelet, où les stries extérieures correspondent à tout autant de couches, qu'on parvient presque à isoler complètement les unes des autres.

1616. Les circonvolutions qu'on observe à la surface des

lobes cérébraux indiquent donc la partie saillante de tout autant de cellules, qui à leur tour peuvent être composées de cellules nées dans le sein des unes et des autres (1486, 1563) à l'infini; en sorte que, si toutes ces grandes cellules cérébrales étaient séparées par un tissu cellulaire assez lâche pour être transparent, on obtiendrait, par des tranches transversales, la configuration des troncs nerveux qui s'enveloppent à demi dans l'intérieur d'un ganglion (pl. 14, fig. 4) (1606). Seulement ici chacune de ces grandes cellules cérébrales doit partir d'un centre commun d'organisation, et elles ne doivent point être des rameaux détachés çà et là d'un tronc principal. Car aucune d'elles n'est destinée à recueillir, comme le font les extrémités nerveuses, les impressions du dehors; elles n'ont d'autre destination que de les élaborer.

1617. Qu'arrivera-t-il donc, lorsqu'on pratiquera des coupes verticales, dans la substance du cerveau, au moyen d'un instrument tranchant? En admettant que cet organe soit composé de grands emboîtements appliqués intimement les uns contre les autres, parois contre parois, il est évident que les parois se dessinant de profil sur chacune de ces tranches, joueront le rôle de filaments convergents au point d'insertion et divergents au sommet, et suivant une courbe pour venir redescendre du côté opposé; or, comme chaque grande cellule offrira le même profil, il s'ensuivra qu'au point de contact commun, on aura sous les yeux la figure d'une gerbe aplatie, et de l'une de ces configurations ronceuses, que l'ébénisterie recherche dans les bois de placage (1216). Supposez un bâtiment rempli de décombres et de terrains de remblai; la carcasse une fois enlevée, les cloisons des diverses pièces ne se présenteront à l'œil que comme des linéaments, vu que de cette manière on ne pourra jamais les observer que de profil; mais il n'en sera plus de même, lorsque les décombres auront été déblayés, et que chaque pièce aura été remise à vide. Alors il deviendra évident que ces lignes appartenaient à des surfaces, que ces surfaces for-

maient des cloisons et limitaient une capacité cellulaire. Il en sera de même, passez-nous la naïveté de la comparaison, il en sera de même de l'organe cérébral, lorsqu'on l'aura épuisé par les menstrues, tels que l'huile d'olive, l'éther, l'alcool, les alcalis, de toutes les substances qu'il est en état de contenir dans ses tissus. On s'assurera alors que les fibrilles rameuses que l'on avait remarquées sur les tranches de l'organe, étaient le profil de tout autant de cloisons membraneuses, qui formaient auparavant la vésicule imperforée de l'un des lobes ou de l'une des fractions emboîtées du lobe, dont le relief se dessinait, sous les méninges, par une circonvolution. Non pas qu'entre ces grandes cloisons contiguës de deux lobes voisins, il ne se forme d'autres lobes interstitiaux, et qui, prenant plus de développement en longueur qu'en largeur, affectent les dimensions d'un organe fibrillaire et vasculaire, et ajoutent encore à l'effet de l'image que donne le profil des cloisons; mais enfin ce résultat secondaire ne fait que confirmer, en le supposant, le résultat principal; car pour que ces organes fibrillaires se dirigent parallèlement et en faisceaux, dans le sens de l'une plutôt que de l'autre des dimensions, il faut bien qu'ils n'aient pour se développer que l'interstice de deux organes parallèles; sans cela ils devraient se feutrer dans tous les sens.

1618. L'exemple suivant nous familiarisera avec ces idées, bien mieux que ne pourraient le faire les plus longs raisonnements. Si l'on demandait à l'anatomiste le plus habile, de déterminer la nature de l'organe que représente la fig. 1, pl. 18, je doute qu'il n'y vît point l'un des grands lobes de l'organe cérébral d'un vertébré de petit calibre, tant la forme et la couleur lavée de purpurin militent en faveur de l'illusion; tant les circonvolutions, qui en sillonnent la surface, offrent d'analogie avec les circonvolutions de la masse cérébrale des animaux supérieurs; si l'on coupe verticalement ce petit organe, avec un instrument bien effilé, la tranche offre les mêmes arborisations, les mêmes gerbes fibrillaires que

les tranches d'un cerveau ordinaire. Or cette figure appartient à l'un des grands lobes (α) de la glande lacrymale du lapin, glande que la figure 2 représente à peu près de grandeur naturelle; la figure première est grossie huit fois. Eh bien, pour détacher ce lobe (α), on enlève une membrane transparente et pelliculeuse, qui recouvre toute la glande, et maintient chacun de ses lobes en position. Le lobe (α) fig 1. se partage, à son tour, en trois autres lobes, qu'il est tout aussi facile d'isoler, en déchirant la membrane commune, dans le sein de laquelle ils ont pris naissance. Si on aborde ensuite la dissection de chacun de ces lobes de troisième formation, on parvient à isoler à leur tour, en tout autant de lobes distincts, les circonvolutions, dont le relief fait l'ornement de la surface, et l'on ne doute plus alors que chacune de ces circonvolutions ne soit un corps aussi vésiculaire que le grand lobe, sur la paroi duquel elle s'insère, vésicule que la compression de ses congénères a aplatie et contournée, vu que, dans leur développement, elles se trouvaient toutes trop à l'étroit. La structure vésiculaire et par emboîtements du cerveau ne pouvait rencontrer une plus frappante analogie.

1619. Si telle est la structure et l'origine du cerveau, si chacun de ses lobes et lobules doit être considéré comme un rameau nerveux forcé de se développer dans une capacité close et étroite, de se refouler sur lui-même, de multiplier enfin ses emboîtements, dans l'impossibilité où il est de multiplier ses ramifications; si (car enfin, en fait de structure, il n'y a rien de si éloigné en apparence que l'analogie n'ait droit de rapprocher), le cerveau s'est organisé par les mêmes lois que la loupe végétale (1216), il s'ensuivra que partout où les ramuscules nerveux seront arrêtés dans leur développement en longueur, par une capacité close, là dépensant leur élaboration à grossir, faute de pouvoir s'allonger, là se comprimant en différents sens et à un degré différent d'énergie, ils finiront par offrir à l'œil un diminutif de l'organe cérébral; ces masses agglomérées formeront alors une

unité ganglionnaire, un nouveau centre d'élaboration nerveuse et vitale, laquelle, chez certains animaux, comme l'entre-nœud chez certains végétaux, sera susceptible de vivre indépendante, de devenir individu à son tour, et de se séparer du tout, pour se suffire à elle-même et reproduire son espèce, en continuant son développement.

1620. Il serait absurde de supposer que ces grandes cellules cérébrales fussent une superfétation, un inutile accessoire de l'organe de la pensée; que la nature, qui s'est montrée si avare d'inutilités, dans les organes les plus indifférents à la vie, eût chargé d'un inutile fardeau le foyer subtil de l'imagination et de la volonté. Si ces masses ne concouraient pas à la création de la pensée, elles l'étoufferaient; leur compression nous rendrait stupides. Nous ne faisons qu'indiquer ici cette idée, sur laquelle nous reviendrons, en nous occupant plus spécialement de la pensée, dans la cinquième partie de cet ouvrage.

1621. Le rameau nerveux, avons-nous dit, est, en dernière analyse, organisé comme l'élément musculaire. C'est une cellule qui s'allonge et produit d'autres cellules par ses deux parois, l'interne et l'externe. La cellule nerveuse doit donc, à son tour, renfermer les spires que nous avons rencontrées dans le cylindre musculaire; mais, jusqu'à présent, le hasard ne m'a pas fourni l'occasion de confirmer cette analogie, incontestable à mes yeux, par l'observation directe. Le nerf diffère sous ce rapport du muscle, en ce que celui-ci se développe dans une capacité close, dans une aponévrose générale, tandis que le nerf, se développant dans les interstices de tous les grands organes cellulaires, se bifurque à l'infini ou s'anastomose à tous les points de rencontre, et ne s'arrête, dans cette reproduction dichotomique, que sur les limites qui séparent l'être vivant du monde extérieur. C'est là que les nerfs reçoivent les impressions.

1622. Les impressions sont des influences du milieu ambiant, influences qui s'exercent au contact, et dont les effet

arient suivant la structure de l'organe nerveux qui les subit les recueille ; cet organe se nomme *sens*, et l'impression qui lui est spéciale se nomme *sensation*. Toute fibrille nerveuse qui arrive jusqu'à la surface externe du corps ou d'un organe interne, est un sens dans toute la latitude du mot, et transmet, au centre de la perception, une impression spéciale qui résulte de la spécialité de sa structure. Mais il serait impossible à la mémoire la plus vaste d'assigner un caractère distinctif à chacune de ces innombrables spécialités ; ce sont ces nuances que notre esprit a groupées, par ordre d'analogie, sous un petit nombre de dénominations. Nous comptons donc cinq genres de sensations : le toucher, la saveur, l'odorat, l'ouïe, et la vue, et cinq sens différents destinés à les percevoir. Nous allons décrire et la structure et l'analogie de nos sens dans tout autant de paragraphes séparés.

1° *Toucher ou organe du tact.*

1623. Tout rameau nerveux qui n'appartient ni à l'organe de l'ouïe, ni à celui de la vue, ni à celui de l'odorat, ni à celui du goût, une fois arrivé à la superficie du corps, s'organise en organe du tact ; et comme les dichotomies nerveuses se multiplient sans fin, il s'ensuit qu'il n'est pas un seul point de la surface du corps où ne se trouve une extrémité nerveuse, une papille susceptible de recevoir l'impression la plus circonscrite. La périphérie du corps vivant est un vaste réseau d'organes papillaires, qui nous mettent en communication constante et immédiate, avec toutes les molécules les plus minimes des corps et des milieux ambiants.

1624. Mais, par la même raison, il doit exister un âge où le toucher est moins étendu, et les sensations qui lui sont spéciales plus incertaines, où l'être enfin doit être fort peu en communication avec le monde extérieur par ce genre d'organes ; car il doit exister une époque où aucune fibrille nerveuse n'est encore arrivée à la surface, et une époque où

quelques fibrilles nerveuses seulement ont poussé leur développement dichotomique, jusqu'à la périphérie du corps ; cette époque coïncide avec les premiers instants de la vie embryonnaire. Dans le premier cas, l'animal croît, mais il est par ce côté tout-à-fait insensible ; il devient de plus en plus sensible, à mesure qu'un plus grand nombre de dichotomies nerveuses sont parvenues aux limites de son corps ; sa sensibilité est extrême, quand il n'est pas un point de sa surface qui ne soit perforé par une extrémité arrondie d'un rameau nerveux.

1625. La sensibilité se perd sans retour par la raison contraire, à celle qui est la cause de son développement ; par la paralysie des dichotomies, qui pullulaient sur une surface ; elle est suspendue, toutes les fois qu'entre le duvet nerveux et le milieu ambiant, s'interpose une couche inerte et isolante, une couche de graisse, par exemple, qui écarte et déborde les papilles, ou une couche de cellules épidermiques durcie par le frottement, un callus désorganisé qui ait transformé, pour ainsi dire, les papilles et le réseau épidermique en tout autant d'écailles cornées ; dès ce moment, les papilles du tact ne reçoivent plus que des indications lointaines, des impressions vagues et lentes à se manifester ; elles sont plutôt averties que réveillées par la présence des corps étrangers. Le tact s'émousse par le travail et l'exercice, qui usent, par le soleil, qui dessèche ; il acquiert une exquise sensibilité par l'oisiveté, qui ramollit, et par l'obscurité, qui étiole. Il se façonne à l'une ou l'autre habitude ; mais le passage brusque de l'une à l'autre le désorganise et le tourmente ; l'organe du tact est alors une torture, et l'impression est une douleur. De là vient que toute papille nerveuse qui est plongée dans l'obscurité d'un tissu charnu devient un organe de souffrance, quand le tissu s'entr'ouvre à la lumière et au contact immédiat de l'air ; le bistouri enrichit le *moi* d'un nouvel organe, de l'organe de la douleur, sentinelle plus vigilante, plus active et plus prompte que toutes les autres, et qui transmet à l'âme, avec la rapidité de l'éclair, l'annonce d'une désorganisation intes

ne, ou d'un déchirement artificiel. Car l'extrémité nerveuse çoit alors une impression, à laquelle elle ne s'était pas fa- onnée de longue main.

1626. On concevra maintenant avec la plus grande facilité ar quel mécanisme le tact nous avertit de la forme des corps, es caractères de surface et de leur température. La surface e la peau ne saurait se mouler sur la surface du corps, sans ue les papilles soient plus refoulées les unes que les autres, ns qu'elles supportent une compression plus forte les unes ue les autres, et partant qu'elles souffrent plus les unes que s autres. Cette dégradation, émanée de la compression, nous onne la contre-épreuve de la périphérie du corps. Les ca- ctères de surface, c'est-à-dire la dureté, la mollesse, l'â- eté ou le poli, ne sont, en définitive, que des caractères périphérie réduits à leurs éléments microscopiques. J'au- ii l'impression de l'âpreté, quand, en appliquant un corps r une portion de la peau, il se trouvera que les unes des pa- lles nerveuses seront impressionnées, et que les autres ne onneront aucune indication; j'aurai même alors l'impression la régularité et de la symétrie, selon laquelle ces aspérités ront rangées à la surface du corps étranger, car les papilles rveuses sont rangées à la surface de notre corps, avec la gularité que suivent les organes d'un même calibre, qui se essent, sans lacune, les uns contre les autres. Si toutes les pilles sans exception de la surface de la peau, qui se trouve pliquée contre la surface du corps étranger, me donnent à fois le même genre d'impression, toutes sans exception cune, ce sera un indice que la surface est lisse et polie. Or, papilles sensibles ne sauraient se trouver en contact avec e surface ambiante, sans qu'il y ait échange de calorique tre les deux; de là le sentiment de froid et de chaleur; et tte communication ayant lieu aux points de contact, le sen- nent de froid et de chaud servira à son tour à nous indi- er, d'une manière graphique, les accidents de surface.

1627. Il suffit de laisser macérer un fragment de peau

fraîche du corps humain dans l'eau un certain temps, pour isoler jusqu'aux petits ramuscules nerveux, et pour diviser la membrane en tout autant de houppes fibrillaires, qu'il était arrivé là de troncs nerveux (*). Mais sur la surface non encore décomposée, il serait difficile, au meilleur microscope, de surprendre le plus léger indice de cette organisation, tant la papille nerveuse se confond, par son aspect et sa consistance, avec le réseau, dans les mailles duquel elle se glisse, et tant la surface offre un tissu homogène, quoique composée d'éléments si divers. A la loupe (pl. 18, fig. 7), on la trouve sillonnée en creux par un réseau de triangles, au sommet desquels se trouve çà et là un enfoncement, d'où sort un poil ou un cheveu. Au microscope composé et par réflexion (568), chaque triangle se subdivise, jusqu'aux limites du pouvoir amplifiant, en d'autres compartiments quadrangulaires, quinquangulaires ou triangulaires, qui font souvent l'effet de petites écailles furfuracées, à cause et du chatoiement de la lumière sur la surface de chacun de ces petits compartiments, et de l'ombre, dans laquelle chaque rigole de circonscription se trouve plongée. Par réfraction, et aux grossissements les plus exagérés, on trouve la membrane comme criblée de pores si on l'a assez amincie, pour qu'elle se prête à ce genre d'observation; car le réseau de la peau n'a pas le même pouvoir

(*) « On a beaucoup parlé, dit Magendie, des extrémités ou *papilles nerveuses*, on en parle même encore dans les explications physiologiques; mais tout ce qu'on a dit sous ce rapport est purement imaginaire. Il est facile de démontrer que les corps qui ont été et qui sont encore nommés *papilles nerveuses* n'en sont pas. » Cela est bref et tranchant, comme on voit; mais cela ne prouve qu'une chose; c'est que le savant physiologiste n'est pas difficile sur la nature des démonstrations, et ne pousse pas fort loin ses recherches. Ce n'est pas avec l'impatience du scalpel qu'on peut poursuivre l'élément nerveux, jusqu'à ses dernières fibrilles; c'est au moyen d'une lente macération, qui isole ces fibrilles, en décomposant tous les tissus, dans lesquels elles s'étaient insinuées, pour arriver jusqu'à la peau. L'anatomie du XVIIe siècle a mieux observé sur ce point que le professeur académique du XIXe.

réfringent que les ramuscules nerveux qui le traversent; la section de ces ramuscules est plus transparente que le réseau; elle laisse passer toute la quantité de lumière que la substance du réseau arrête au passage; et de cette manière, tous ces points transparents apparaissent, comme tout autant de trous réguliers.

1628. Cependant, lorsqu'on transporte l'observation sur la surface palmaire ou plantaire du corps humain, lorsqu'on examine à la loupe la surface de la paume de la main ou de la plante du pied, on rencontre une structure toute différente (*). Il suffit en effet d'examiner attentivement et à l'œil nu la surface de la paume de la main, ainsi que celle des doigts, surtout à leur extrémité, pour distinguer des milliers de stries ondoyantes et parallèles, qui serpentent et se contournent en spirales avec la plus élégante régularité, et dont le travail enfin rappelle presque celui que les orfévres désignent sous le nom de *guillochage*. A la loupe (pl. 18, fig. 5), on s'aperçoit que cet effet est produit par de longues et étroites circonvolutions en relief, dont les plus internes reviennent tout-à-coup sur elles-mêmes, et ne sont plus séparées entre elles que par un sillon. Chacune de ces circonvolutions offre à sa surface une longue rangée de petits creux, fort peu profonds, mais également espacés, que la fig. 6 α représente plus grossis sur un fragment isolé de la circonvolution qui les supporte. Nulle part, sur toute la périphérie du corps humain, on ne rencontre un travail semblable; cette structure est exclusivement affectée aux surfaces palmaire et plantaire.

Quelle est la nature de ses organes, c'est-à-dire quelle est leur fonction spéciale?

1629. Eichhorn (**) avait voulu démontrer que ce sont là

(*) Voyez notre premier *Mémoire sur la structure intime des tissus de nature animale* dans le tom. IV du *Répertoire d'anatomie*, 1827. — *Bulletin scientifique et industriel du Réformateur*, col. 3[e], n° 24, nov. 1834.

(**) Voyez la traduction de son travail dans le *Journal complémentaire du Dictionnaire des sciences médicales*, tom. XXVII, pag. 239, 1826.

les organes destinés à transmettre la transsudation au dehors, que ce sont là les pores de la sueur. Mais l'auteur n'avait pas assez mûrement pesé cette pensée; car la sueur s'exhale par toute la surface du corps; or, nulle part ailleurs on ne saurait découvrir rien qui ressemble à la structure de ces prétendus pores. Si donc la sueur n'avait pas d'autre route à suivre pour arriver au dehors, nous ne devrions transpirer que par la paume des mains et la plante des pieds.

1630. Du reste, si la nature avait besoin de pores d'un pareil calibre, pour laisser passer la sueur, il faut avouer que la peau humaine ne serait qu'un crible capable de donner passage à la poussière comme à la sueur, aux impuretés les plus grossières autant qu'à l'eau la plus limpide. Enfin, avec quelque soin qu'on examine ces petits emfoncements au microscope composé, on n'y découvre pas la moindre perforation qui soit capable de les constituer pores; la surface en offre un tissu tout aussi continu que la surface de toute la peau humaine, sur quelque point du corps qu'on la prenne. Les pores réels de la sueur sont inabordables à nos moyens actuels d'observation, tout autant que les pores de toutes les membranes animales.

1631. Il est donc nécessaire d'avoir recours à d'autres analogies, pour arriver à la détermination de la fonction spéciale de ces petits enfoncements.

1632. La surface de la paume de la main ne nous sert pas seulement à palper les objets, mais encore à les appréhender. Il faut en dire autant de la surface plantaire, quoiqu'elle ait perdu en grande partie, par le frottement de la marche, cette qualité que possède la main à un degré d'autant supérieur qu'elle est moins durcie par les travaux mécaniques. Or, si nous examinons, sous l'influence de cette donnée, les organes d'appréhension des animaux d'un ordre inférieur, il sera peut-être possible de trouver l'analogie de ces petits organes. Arrêtons-nous à l'étude du bras de *l'octopus granulatus*, l'un de ces céphalopodes de la mer, dont l'orifice buc-

cal est bordé de prolongements, qui s'attachent à la surface des objets d'une manière si puissante (*). La fig. 8, pl. 18, représente l'un de ces bras à la vue simple. On distingue sur sa surface interne, sur celle qui s'attache aux corps, et que l'on peut désigner par surface palmaire, on distingue déjà une double rangée de petites capsules qui font saillie au dehors; c'est avec ces organes que le bras tient aux objets; ce sont eux qui se soudent sur les surfaces avec une telle adhérence, que si l'animal s'y refuse, on ne lui arrache sa proie qu'en déchirant l'un ou l'autre tissu. Ces petits organes sont donc les seuls et uniques organes d'appréhension de cette surface palmaire. Or, à la vue simple, ils n'offrent pas une structure plus compliquée que les petits enfoncements de nos doigts examinés à la loupe; et si les organes de l'*octopus* étaient réduits aux mêmes dimensions que nos petits enfoncements palmaires, nous ne distinguerions pas les uns des autres; dès ce moment nous aurions établi, par la même conséquence, que le bras de *l'octopus* est orné, comme nos mains, de pores de la sueur, jusqu'à ce que l'animal, en s'attachant aux corps extérieurs, nous eût prouvé que chacun de ces petits pores est un organe d'appréhension; car alors l'analogie nous aurait indiqué la même fonction dans nos petits organes palmaires et plantaires. Or, les dimensions ne sont rien moins que des conditions essentielles des fonctions; l'analogie ne réside que dans la structure et l'origine; la dimension n'est que la filière qui nous y conduit pas à pas, c'est un fil qui nous dirige à travers l'obscurité, une fois que nous l'avons reconnu et saisi à la lumière. Sur deux surfaces d'appréhension nous distinguons des petits organes, plus petits sur celle-ci, plus gros sur celle-là; mais il est constaté que les plus gros sont les organes immédiats de cette fonction; donc les petits n'ont pas d'autre

(*) Malheur au nageur dont les deux jambes se trouvent saisies par les bras de la poulpe (*octopus vulgaris*): il ne peut la faire lâcher prise qu'en plongeant la main dans l'entonnoir de l'animal, et le retournant la tête à l'envers.

destination et d'autre structure; donc ils n'en diffèrent que par leur petitesse, différence qui n'est telle que par rapport à nous.

1633. Les prétendus pores de la sueur, chez les mammifères plantigrades, sont donc des organes d'appréhension. Aussi voyez avec combien plus de puissance et moins de douleur nous saisissons les objets avec les mains et même avec la plante des pieds, qu'avec toute autre surface du corps, alors que celle-ci serait assez potelée pour embrasser, et assez musculaire pour enserrer étroitement toute la périphérie d'un corps. Qui ne sait qu'on peut retarder et suspendre une chute, en attachant la paume de la main à une surface verticale, que l'on trouve sur son passage? Il n'est pas rare de rencontrer dans les prisons, des individus qui, se plaçant dans l'angle de la cour, montent jusqu'au faîte de l'édifice et en redescendent avec la même facilité, en appliquant la paume des mains et la plante des pieds contre la surface de l'une et l'autre muraille; ce qui a obligé l'administration à terminer par une petite voûte la partie supérieure des angles de la basse-cour, précaution sans laquelle tous les prisonniers auraient bientôt fini par s'évader, sans le secours d'échelles. Il est certain enfin que cette puissance d'appréhension s'accroît, avec l'humidité de la surface. L'analogie achèvera de nous faire comprendre comment et pourquoi cette surface se comporte alors de la sorte.

1634. Chacun des petits organes papillaires, avec lesquels l'*octopus* s'attache à la surface des corps, se présente à la loupe, sous la forme d'une petite cupule divisée en deux compartiments à l'intérieur, par une cloison circulaire parallèle à l'ouverture, et qui, en rapprochant ses bords, forme deux cavités ou deux chambres sans communication entre elles. Les fig. 10 et 11, pl. 18, représentent la section verticale de la cupule, la première à une loupe plus faible que la seconde. On voit ainsi que, si la cloison en forme de valvule ($\alpha\alpha$) venait à rapprocher ses bords, l'organe possèderait une chambre

antérieure (α) et une chambre postérieure (β) ; et que si l'ouverture externe rapprochait aussi ses bords de la même manière, les deux chambres seraient également sans communication entre elles et avec l'air extérieur. Il est évident qu'un organe semblable, en vertu de sa structure musculaire, est habile à rapprocher par un contact immédiat, tout aussi bien les parois de chaque cavité entre elles, que la valvule ($\alpha\alpha$) et le bord de l'ouverture. Dans ce cas, l'organe sera sans cavité aucune. Mais si, dans cet état, l'animal applique la surface antérieure de la cupule contre un corps étranger, et que tout-à-coup il ait le pouvoir d'écarter les parois de ses deux chambres et les bords de ses deux valvules, l'externe et l'interne, il est évident qu'il produira le vide par ce seul fait, et que la cupule sera attachée au corps étranger par la compression de la colonne atmosphérique, que la cupule fera l'office d'une ventouse ; et la puissance d'une ventouse peut atteindre la force de 32 pieds d'eau. L'appréhension a donc lieu par la faculté qu'ont de faire le vide les organes destinés à cette fonction. Les cupules des céphalopodes sont des ventouses, et les prétendus pores de la sueur humaine sont les analogues de ces cupules. Mais la puissance d'une ventouse dépend de sa structure et de ses dimensions ; les prétendus pores de la sueur, vu la petitesse de leur calibre et le peu d'élasticité de leurs bords, vu surtout le peu de profondeur de leur capacité, resteront bien loin en arrière des effets d'appréhension que produisent les cupules des bras des poulpes, des sèches et des calmars ; mais leur fonction n'en sera pas moins la même en de moindres proportions. Ce sont des ventouses innombrables mais peu saillantes, ce sont des suçoirs microscopiques.

1635. Continuons la dissection des cupules des céphalopodes, afin que l'étude de ces organes de grande dimension nous amène à deviner la structure des organes analogues, mais de dimension moindre. Nous venons de voir que chaque cupule a la propriété de partager sa grande cavité en deux chambres, sans communication entre elles. On concevra fa-

cilement que la valvule ($\alpha\alpha$) fait ici l'office du piston d'une pompe foulante et aspirante, dont la cupule serait le corps de pompe, en supposant, ce dont nous nous occuperons spécialement plus bas, que la surface qui en tapisse le fond étant une surface aspirante, ait la propriété d'aspirer et d'absorber l'air, de lui donner enfin une issue pour faire le vide. Supposons, en effet, que la cupule n'offre aucune cavité, alors qu'elle s'applique, par les bords, sur la surface à laquelle elle s'attache; l'adhérence ne saurait devenir intime, tant qu'entre l'organe et la surface du corps il restera une couche d'air. Mais si alors la valvule ($\alpha\alpha$) s'éloigne de l'orifice, tout en restant adhérente à la cavité et sans s'ouvrir, il se formera une chambre antérieure, où l'air, par sa force d'expansion, se sera raréfié d'autant; si alors le fond de la cupule, à son tour, s'écarte de la valvule ($\alpha\alpha$), et qu'en même temps la valvule écarte ses bords pour former une ouverture, la deuxième chambre (β) attirera la quantité d'air renfermée dans la première (α) ; et si alors la valvule ($\alpha\alpha$), se rapprochant de nouveau de la surface du corps, s'y applique, en agglutinant de nouveau ses bords, pour reformer un diaphragme, elle fera l'office une seconde fois, d'un piston qui raréfiera une nouvelle quantité d'air, que la deuxième chambre lui reprendra une seconde fois pour l'absorber par sa surface aspirante. Par ce mécanisme, la cupule finira par s'attacher aux corps d'une manière aussi intime que si les deux surfaces appartenaient à la même unité. Pour s'en détacher, l'animal n'aura besoin que de rendre, par l'expiration, l'air qu'il avait absorbé par l'aspiration, et de détruire le vide par le moyen contraire à celui qui l'avait produit. On conçoit que s'il a l'intention de ne pas trop prolonger son adhérence aux corps voisins, il sera loisible au céphalopode de garder, dans la deuxième chambre (β), la provision d'air que lui aura transmis l'aspiration de la première; et que pour détruire le vide maintenu par la fermeture de la valvule ($\alpha\alpha$), il suffira que celle-ci s'ouvre et remette ses deux chambres en communi-

cation; la cupule dès cet instant lâchera prise, obéissant à l'effort musculaire de la volonté. Pour suffire à tous ces mouvements, ce petit bras d'une structure si simple en apparence, quand on l'observe de grandeur naturelle (pl. 18, fig. 8), présente au contraire, à un grossissement plus élevé, une complication d'une admirable régularité. Un gros nerf le traverse dans toute sa longueur, envoyant un gros rameau se distribuer dans la substance de chaque cupule (α, fig. 9); il est logé dans une cavité cartilagineuse (ε, fig. 9) qui sert d'os flexible, si je puis m'exprimer ainsi, à la charpente, et contre lequel s'attachent quatre systèmes musculaires qui divisent l'organe en quatre compartiments, dont trois offrent la section d'une lentille plano-convexe, et le postérieur la section d'une lentille biconvexe (402). La figure 12 est dessinée d'après une section transversale prise vers le milieu de la longueur du bras. On y voit la section du gros nerf (ε) presque libre dans un névrilème lâche et aranéeux, le tout logé, comme dans un fourreau, dans un cartilage (δ), à deux côtés parallèles, et les deux autres échancrés en portion de cercle. Chacun de ces côtés est flanqué d'un muscle (γ), dont les compartiments (1563) imitent des fibres perpendiculaires au diamètre de l'organe; (α) et (β) présentent la section des deux chambres des cupules qui sont rangées sur deux rangs longitudinaux. Les fibres musculaires qui font mouvoir avec tant de puissance chaque cupule, ne sont pas visibles à ce grossissement, mais les contractions variées de chacun de ces organes indiquent assez que les muscles n'y manquent pas (*).

(*) En 1829, G. Cuvier lut à l'Académie un travail, sur un nouveau ver qui offrait cela de singulier, qu'il affectait la forme, la structure externe et les dimensions d'un bras de l'*octopus granulatus* (poulpe granuleux) sur lequel il vivait en parasite. Laurillard avait trouvé ce miraculeux ver sur l'*octopus*, dans les environs de Nice. Cet animal offrait 50 paires de ventouses, comme le bras de l'*octopus*. D'après Cuvier; la bouche aurait été placée au-dessous de l'extrémité antérieure du ver;

1636. Or si l'on procède à l'anatomie fine de la surface palmaire de la main, on pourra poursuivre la marche de chaque ramuscule nerveux jusque sur la surface postérieure de chacune de ces petites cupules, qui n'en sont pour ainsi dire qu'une expansion. Les petites cupules (α pl. 18, fig. 6) de la surface palmaire et plantaire, chez l'homme et les animaux plantigrades, sont donc des organes d'appréhension comme chez les céphalopodes, et l'appréhension se fait chez les uns comme chez les autres, par la succion, l'aspiration, par le mécanisme enfin de la ventouse.

Sur la surface palmaire des batraciens, ces cupules sont

dans l'état tranquille, elle se serait présentée sous la forme d'une fente étroite et non saillante ; dans l'animal mort elle aurait paru circulaire et elle aurait eu ses bords relevés. L'appareil digestif aurait consisté dans un sac stomacal, sans ramification intestinale ; au-dessous de ce sac, il s'en serait trouvé un autre à parois plus robustes, occupé par les replis innombrables d'un fil, qui aurait eu la couleur et l'éclat de la soie écrue ; l'un de ces vers l'aurait rejeté rapidement, à l'instant où il a été pris. Les organes sexuels restaient encore à découvrir ; mais l'anus n'aurait été autre que la bouche. L'auteur le nomma *hectostoma* (ver à cent bouches) puis *hecatocotyle* (ver à cent ventouses). Delle Chiaie avait observé, sur le poulpe de l'argonaute, un animal analogue, à qui il avait donné le nom de *trichocephalus acetabularis :* celui-ci n'avait que 70 ventouses.

L'anatomie de l'animal laissait, comme on le voit, beaucoup à désirer; un débutant se serait bien gardé de solliciter un rapport académique sur un travail aussi peu approfondi ; et avant de publier un résultat aussi extraordinaire, et d'annoncer la découverte d'une organisation si anomale, il y aurait regardé à deux fois. Mais Cuvier cherchait l'occasion d'une polémique, il jeta son ver en forme de défi ; et son adversaire ramassa le gant, comme un gage de bon aloi. Ce gage n'était qu'une méprise, dont nous avertîmes les observateurs, dans les *Annales des sciences d'observation*, tom. III, pag. 290, 1830, en leur donnant le moyen, par l'anatomie comparative, de vérifier ou de réfuter notre assertion. L'hypothèse de Cuvier parut sans doute trop absurde pour qu'on osât nous réfuter; c'est le cas où l'on ne saurait mieux faire sa cour à l'illustre vaincu, qu'en gardant le plus profond silence.

Le ver extraordinaire de Cuvier n'était que l'un des bras de l'*octopus*

proéminentes et papillaires; et chez la rainette, elles acquièrent, à un degré si éminent, la propriété qui les caractérise, que l'animal peut même se tenir attaché contre les plafonds des appartements, en appliquant, contre leur surface, ces petites papilles, qui prennent alors le nom de pelotes visqueuses.

1637. En conséquence, outre les organes du tact, les surfaces palmaire et plantaire possèdent un autre genre d'organes, qui sont des organes d'aspiration et partant d'appréhension; les uns et les autres prenant naissance à la sommité d'un ramuscule nerveux, dès que celui-ci parvient

lui-même, bras qu'un animal marin avait coupé d'un coup de dent, pour se débarrasser des étreintes cruelles du céphalopode. L'un de ces bras avait été trouvé tenant encore, comme par un fil, à la surface amputée; Cuvier avait traduit ce fait, en disant que l'un de ces vers se trouvait attaché à l'un des bras de l'*octopus*, dont il avait dévoré la plus grande partie; comme si le céphalopode se serait prêté, de bonne grâce, à laisser dévorer l'un de ses bras, par un ver qu'il aurait si bien pu mettre en pièce avec les sept autres. Le fil semblable à la soie grège, que l'animal aurait rejeté, lorsqu'on l'a pris, n'était qu'une portion du tissu nerveux, qui s'étirait en un long filament, alors que le naturaliste cherchait à la détacher, en tirant la portion amputée; on voit le même fil se dérouler, toutes les fois qu'on tire avec violence une portion de bras d'*octopus*, qu'on a déchée de la portion inférieure. La bouche de l'animal n'était que la portion du bras débordée par la peau musculaire, qui pouvait agrandir ou resserrer cette ouverture par ses différentes contractions. Enfin, s'il suffit d'une cavité longitudinale, pour constituer les caractères d'un estomac, notre bras d'*octopus*, comme on le voit, ne manque pas d'offrir ce caractère par la cavité (ε) qui sert de névrilème au gros tronc nerveux (fig. 9 et 11). Mais, objectera-t-on, Laurillard a vu le ver se mouvoir dans l'eau; il est aisé de répondre à l'objection, en coupant dans l'eau de mer le bras d'un céphalopode quelconque; car il se mouvra assez long-temps, pour enrichir la nomenclature d'un ver *suî generis*; chaque céphalopode pourra avoir ainsi un jour un ver parasite de plus et un bras de moins.

La méprise est due en partie, sans doute, à ce que les bras des céphalopodes n'avaient jamais été disséqués jusqu'alors, même par les auteurs qui avaient publié avec soin l'anatomie générale de ces animaux.

à la limite qui le sépare de l'air extérieur et de la lumière.

2° *Organe du goût.*

1638. Les nerfs qui se distribuent dans la langue, se dirigent, de dichotomies en dichotomies, vers la surface supérieure de cet organe, qu'ils tapissent de leurs extrémités papillaires. Chacune de ces petites papilles est un organe d'un tact infiniment délicat, vu que la surface qui les recouvre en est moins souvent exposée au hâle et à l'air extérieur, et qu'elle est maintenue continuellement dans une atmosphère humide. L'impression transmise par cette variété du toucher se nomme *saveur*; l'organe qui le transmet se nomme *organe du goût*; sa fonction spéciale prend le nom de *sapidité*; le siége en est la langue, organe musculaire qui en outre sert pour ainsi dire de truelle à la mastication. Le corps qui produit cette sensation sur la langue, se nomme *corps sapide*; on donne le nom d'*insipide* au corps qui ne laisse sur la langue aucune impression de ce genre. Les saveurs ne sauraient pas plus être définies que toutes les autres impressions; une définition est basée sur une comparaison; or, il n'est rien, au dehors de nous, que nous puissions comparer avec ces impressions qui se passent en nous. On a distingué les saveurs en *douces*, *âcres*, *acerbes*, *grasses*, *styptiques*, *acides*, *aqueuses*, *visqueuses*, *sèches*, *spiritueuses*, *aromatiques*, *nauséeuses*, *urineuses*, *salées*, etc. Mais il est évident que dans ce nombre, on a confondu les impressions du toucher et de l'odorat avec l'impression de la sapidité. En effet, les saveurs ne sauraient être ni *spiritueuses*, ni *aromatiques*, ni *urineuses*, impressions qui appartiennent à l'odorat; ni *visqueuses*, ni *sèches*, ni *grasses*, sortes d'impressions qui appartiennent au toucher. Quant aux autres dénominations, elles peuvent servir, comme des indications vagues et approximatives, mais non comme des caractères de précision, et il est certain que le nombre des saveurs s'élèverait trop

haut, et que les nuances se confondraient trop entre elles, s'il fallait entreprendre de classer les impressions, que peuvent faire naître, sur notre langue, les divers corps répandus dans la nature. La meilleure dénomination, pour désigner les saveurs, c'est le nom du corps qui la fait naître; on ne saurait se méprendre de cette manière, quand il s'agit d'établir une comparaison.

1639. Nous venons d'affirmer que la langue est le siége du goût; cependant des expériences récentes sembleraient avoir établi que la topographie du goût est plus étendue; on a cru reconnaître, contre l'opinion de Boerrhave, Leuwenhoeck, etc., que les lèvres, les gencives, la membrane qui recouvre la voûte palatine, le voile du palais, le pharynx et les dents elles-mêmes étaient affectées par l'impression de quelques saveurs. Il semble que sur une question semblable il ne devrait pas exister la moindre dissidence, car l'expérience recommence bien des fois par jour; mais la dissidence provient d'une fausse interprétation des mêmes phénomènes; la vérité doit se trouver dans la conciliation des deux opinions.

1640. On a souvent cité l'expérience que Sulzer rapporte dans son petit traité intitulé *Théorie du plaisir*. Si l'on insinue l'extrémité de la langue entre deux pièces de monnaie, l'une d'argent et l'autre d'or ou de cuivre, rapprochées par un de leurs bords, on perçoit au même instant une saveur acide, qui disparaît, quand on interrompt le contact immédiat des deux métaux. Nous allons démontrer que la sapidité ne se manifeste jamais que par un mécanisme analogue, et que la langue isolée ne perçoit jamais rien.

1641. Nulle substance n'est sapide qu'à l'état liquide. La langue ne perçoit aucune espèce de saveur, quand sa surface est sèche et que le corps sapide est solide. Placez sur la langue un fragment de sucre cristallisé ou de sel marin préalablement torréfié, l'impression de saveur ne se manifestera que lorsque le liquide, qui suinte de la langue, en aura dissous une certaine quantité; l'impression au contraire sera subite, quand

le sucre et le sel marin arriveront à la langue, à l'état humide. *Lingua sicca non gustat*, dit-on, mais alors *lingua tangit*. L'organe du goût est devenu ainsi organe du toucher (1623).

1642. Cependant lorsque nous affirmons qu'il suffit de déposer un liquide sur la langue, pour en percevoir la saveur, cela n'a pas lieu si la langue est tenue isolée des parois de la bouche; et c'est en ce point que se trouve la solution de la difficulté, qui avait fait naître entre les auteurs une aussi grande dissidence.

POUR QUE LA LANGUE PERÇOIVE LES SAVEURS, IL FAUT QU'ELLE SE METTE EN COMMUNICATION AVEC UN ORGANE OU MÊME UN CORPS ÉTRANGER, PAR L'INTERMÉDIAIRE DU CORPS SAPIDE.

1643. En effet, trempez le bout de la langue dans un liquide sapide, vous n'éprouverez qu'une sensation de tact et non une saveur. Appliquez la langue ainsi humectée contre une cuillère d'argent, la saveur se manifestera avec les caractères ordinaires au corps sapide. Appliquez une dissolution sucrée sur les lèvres, sur les gencives, sur les dents, sur un point quelconque de la voûte palatine, vous n'éprouverez d'autre sensation qu'une sensation tactile, pourvu que la goutte soit telle, qu'elle ne descende pas sur la langue; portez cette goutte sirupeuse sur toutes les surfaces précédentes au bout d'un instrument de métal, en maintenant celui-ci en contact immédiat avec l'organe, vous n'aurez pas de saveur plus prononcée que la première fois. Mais portez, sur ces surfaces humectées du corps sapide, le bout ou le bord de la langue, et aussitôt vous en percevrez la saveur. Ainsi la langue isolée ne percevait aucune impression, tant qu'on la tenait isolée des autres surfaces buccales, alors même qu'elle aurait été en communication directe avec le corps le plus sapide; mais dès qu'elle promène le liquide sapide sur les lèvres, sur les gencives, sur les parois de la voûte palatine, ou autres parois buccales, elle perçoit la saveur. Il en est de même, quand elle promène le corps sapide sur les surfaces externes, sur la barbe et sur le menton. C'est là ce qui avait fait croire que

es lèvres, la surface de la voûte palatine, les gencives et les ents, étaient aussi des organes du goût; ces organes n'ont as d'autre destination que tout autre corps étranger ; ils ser-ent d'élément, si je puis m'exprimer ainsi, à la pile, pour dé-erminer le courant, sans lequel la sapidité sommeille, et la aveur refuse de se manifester.

1644. Or, pour que ce courant s'établisse, il n'est pas écessaire que le pôle positif, que la langue, soit en contact nmédiat avec le pôle négatif, et par lui-même insensible; la ommunication, comme dans la pile ordinaire, peut s'établir out aussi bien au moyen du liquide sapide, et l'on perçoit galement la saveur, quand, la bouche pleine du liquide, on ient la langue écartée des parois, que lorsqu'on l'applique ontre elles. Il ne faut pas même pour cela que la bouche oit entièrement pleine de liquide; il suffit que l'un des bords e la langue, se trouve en communication avec l'une quelcon-ue des surfaces de la bouche, par le liquide interposé. Or, omme on ne saurait appliquer une goutte de liquide sur le oile du palais, qui ne parvienne aussitôt à la langue, par le éhicule des liquides salivaires et muqueux qui tapissent l'ar-ière-bouche, il s'en est suivi qu'on a attribué à cette mem-rane une sapidité qui n'est pas de son fait. Par la raison con-raire, comme le milieu de la langue ne saurait toucher aucun oint des parois circonvoisines, et établir par conséquent le ourant nécessaire à la manifestation de la saveur, il s'en est uivi qu'on l'a déclarée insapide, parce que, pour juger de sa apidité, on s'est contenté de déposer une goutte de liqueur apide sur sa surface, sans penser à la mettre en commu-ication avec un corps étranger.

1645. Dans le goût, il faut donc distinguer deux choses, le nécanisme et la saveur qui en résulte. La langue perçoit les saveurs; mais la saveur ne se manifeste qu'à la suite d'un courant galvanique, et par le jeu d'un couple, dont la langue st un élément, un corps étranger quelconque l'autre, et la dissolution du corps sapide le véhicule.

1646. La sapidité d'un liquide est une impression passagère; il faut le renouveler pour reproduire la sensation, de même qu'il faut renouveler le liquide acide ou salin des piles ordinaires, pour redonner de l'énergie au courant. Ainsi la langue finit par ne plus recevoir d'impression, même alors que la bouche reste pleine du liquide sucré.

1647. On cite des cas où l'absence complète de la langue ne nuit pas à la sapidité, ce qui semblerait au premier abord contraire à ce que nous venons d'établir. Mais ce n'est point la langue avec sa forme ordinaire que nous avons désignée comme étant l'organe du goût; c'est sa surface papillaire; ce sont les papilles qui la recouvrent, et enfin c'est chaque papille en particulier. Or, ces papilles existent sur le moignon rudimentaire, comme sur la langue normale, parce que les trois nerfs principaux: *lingual*, *glosso-pharyngien* et *grand hypoglosse*, parviennent aussi bien à l'organe réduit qu'à l'organe développé, et que celui-là n'est pas plus privé de papilles sapides que l'autre; il peut, tout aussi bien que l'autre, être mis en communication avec l'une ou l'autre des parois de l'arrière-bouche, par le liquide dont on cherche à déterminer la saveur.

1648. Nous nous occuperons plus spécialement des diverses formes qu'affectent les papilles du goût, en traitant du tissu corné.

1649. On a tâché, par l'anatomie et les vivisections, de déterminer le nerf qui est spécialement le nerf du goût. Quelques auteurs ont avancé que c'était le *lingual*, les deux autres n'étant que les nerfs moteurs de la langue; ils ont appuyé leur opinion sur ce que ce nerf était celui qui envoyait le plus de ramifications à la surface supérieure de la langue, tandis que les deux autres se distribuaient principalement dans la portion charnue de cet organe. Mais cela ne prouverait qu'une seule chose, qui est que le lingual donnerait naissance à un plus grand nombre de papilles que les autres, mais non que les autres soient incapables de se for-

iner en papilles, une fois qu'ils seront arrivés à l'une des sur-ces de la langue. Si la saveur réside dans la structure pa-illaire, et que tout ramuscule nerveux affecte cette structure ur les limites de la peau, il est impossible qu'un nerf pénè-e dans le tissu de la langue, sans fournir, à une plus ou moins rande distance, des organes au goût. D'autres ont coupé le erf lingual sur un animal vivant, et ils ont vu que, par suite e cette opération, l'animal perdait la faculté de percevoir es saveurs. Mais comment ne pas s'apercevoir qu'une opéra-ion aussi violente est dans le cas de frapper d'insensibilité n organe, alors que l'on sait qu'un simple petit bouton sur-enu sur le filet de la langue, qu'une simple inflammation assagère suffit pour priver la langue de sa sapidité? Coupez e filet de la langue à un animal adulte, et jusqu'à la parfaite icatrisation de la plaie, il arrivera fréquemment que l'animal ura complétement perdu le goût. Ensuite, lorsqu'on a frappé e mort un nerf, les produits de la désorganisation, qui dès e moment se déclare, ne sont-ils pas capables de frapper de mort ou d'insensibilité à leur tour, les nerfs avec lesquels le remier s'anastomose? Le grand tort des auteurs qui établis-ent des systèmes sur des vivisections, c'est qu'ils ne font pas ssez la part du trouble que la solution de continuité apporte ans toute l'économie d'un organe, et qu'ils veulent rai-onner sur le mécanisme de ses fonctions, en se fondant ur des expériences qui le désorganisent. Enfin, il est d'au-res auteurs qui ont tenté de poursuivre la distribution des erfs de la langue jusqu'aux papilles, et qui n'ont pu y par-enir, quoique cependant ils fissent usage de loupes et de microscopes perfectionnés d'*après la méthode de Wollaston*. 'est qu'en vérité (et dans cet ouvrage, ceci aura l'air d'une épétition oiseuse), ce ne sont pas les microscopes perfection-nés qui font voir ; c'est la patience de l'observateur, qui varie es procédés et soumet toutes les images à la contre-épreuve de l'expérience et à celle de la discussion. Un nerf plongé dans une lame musculaire ne s'en distingue sous aucun rap-

port au microscope, les deux substances semblent y former un tissu continu. Mais ce que le scalpel ne saurait poursuivre, la macération l'isole; et l'étude des nerfs réclame impérieusement le secours des macérations plus ou moins prolongées; c'est par ce moyen qu'on arrivera à poursuivre les dichotomies nerveuses, jusqu'au ramuscule qui se termine en papille du goût. Car le tissu membraneux et musculaire se décompose dans l'eau, beaucoup plus vite que le système nerveux; et avant même que les houppes nerveuses se soient isolées réellement, elles deviennent distinctes du tissu ambiant, au microscope, à cause de la différence du pouvoir réfringent, qui s'est établi entre le tissu qui se décompose et le tissu qui se maintient.

1650. Quoique affectant une forme simple, cependant la langue est, comme tous les autres organes, un organe double, et qui doit provenir de la réunion de deux nerfs émanés de la même région de la surface cérébrale. On la voit déjà bifide chez les serpents, et sur celle des mammifères, on distingue une ligne médiane qui la traverse dans toute sa longueur.

3° *Organe de l'odorat.*

1651. Les papilles nerveuses de la langue ne perçoivent que les liquides; les papilles nerveuses qui tapissent les fosses nasales ne perçoivent que les gaz et les vapeurs. La même substance peut de la sorte affecter les deux organes à la fois sans changer de nature : elle peut être sapide par ses molécules dissoutes, et odorante, par ses molécules gazeuses ou réduites momentanément à l'état de vapeurs. L'acide acétique par exemple dissous dans une grande quantité d'eau, se décèle à l'organe du goût, dès qu'on en met une goutte sur la langue; évaporez un peu la dissolution, il se décèle aussitôt à l'odorat; quand il est assez concentré, pour que l'évaporation en ait lieu d'une manière spontanée, l'odorat en est affecté à de grandes distances. On conçoit de cette manière

que, si l'air est habituellement le véhicule des odeurs, les odeurs pourraient se manifester dans le vide, et quelquefois même elles n'en seraient que plus intenses, parce que le vide favorise la gazéification. L'odorat est de la sorte la sentinelle avancée de la respiration, comme le goût est la sentinelle avancée de la digestion; l'un essaie l'air que doivent élaborer les poumons, et l'autre les substances que doit élaborer l'estomac, afin que les organes musculaires arrêtent les unes et les autres au passage, dans le cas où elles porteraient les caractères, auxquels un secret instinct nous fait distinguer les éléments nuisibles à la vie. L'odorat flaire à chaque inspiration de la poitrine, surtout lorsque nous fermons la bouche, et que l'air extérieur n'a d'autre voie pour arriver aux poumons que le canal des fosses nasales; l'organe du goût déguste à chaque mouvement de la mastication.

1652. Tout ramuscule nerveux, à quelque ordre de nerfs qu'il appartienne, devient organe d'olfaction, dès que l'extrémité en vient s'organiser en papille, sur la membrane pituitaire qui tapisse le fond des fosses nasales.

1653. Dans les ouvrages de physiologie humaine, on a droit de consacrer de plus longs développements à la description anatomique des diverses pièces osseuses, qui rentrent dans la structure du nez humain. Dans un ouvrage tel que le nôtre, tous ces détails ne doivent être considérés que comme des accessoires d'une importance individuelle, comme des caractères de classification, et non comme des éléments essentiels de la fonction; et c'est la fonction seule qui rentre dans le cadre que nous avons tracé à la chimie organique. Le nez peut subir, dans sa structure intime, et dans ses formes extérieures, toutes les transformations possibles, et se réduire, depuis la trompe de l'éléphant, jusqu'aux petites ouvertures que l'on remarque sur le bec des oiseaux; mais l'organe olfactif, l'organe papillaire n'en reste pas moins le même dans sa structure intime, dans ses aptitudes et dans ses rapports avec l'organe cérébral, avec le centre nerveux. Je puis donc le concevoir là

où mes yeux n'en observent plus de traces; car je puis le concevoir réduit à deux papilles symétriques, et mon œil ne saurait distinguer deux papilles nerveuses plongées dans un tissu organisé. C'est à l'analogie à nous en indiquer la place; car la place des organes ne change pas avec leurs dimensions. La place de l'organe de l'olfaction est derrière celui du goût et avant celui de la vue. L'organe de l'olfaction est un organe double, et cette duplicité est marquée chez les mammifères, par l'existence des deux fosses nasales.

1654. Sous le rapport qui nous occupe, on distingue les corps en *odorants* et *inodores;* et les diverses odeurs se désignent par les épithètes d'*aromatiques, piquantes, fugitives, vagues, agréables, désagréables,* mais plus spécialement par le nom du corps d'où elles émanent. Sous le rapport chimique, nous traiterons de nouveau des odeurs, dans la classe des substances organiques.

4° *Organe de la vue.*

1655. Nous serons moins succinct, dans la description de l'organe de la vue, non seulement parce que l'étude de sa structure est intimement liée à celle de l'instrument, dont nous avons introduit l'emploi dans le laboratoire, mais encore, et surtout parce que nous avons à renverser toute la théorie de la vision, telle qu'elle est professée depuis près de deux cents ans dans les écoles.

1656. L'œil est un organe destiné à percevoir la lumière, et à juger de la forme des corps, de leur superficie et de leurs distances respectives, par la quantité de rayons lumineux qu'ils laissent parvenir jusqu'à nous. Nous allons décrire l'œil humain, et en mettre la structure en évidence à l'aide de figures que nous avons eu soin de prendre d'après nature, avec toute l'exactitude et le fini que réclament des détails aussi délicats.

1657. Au-dessous de deux grands arcs hérissés de poils qu

semblent destinés à marquer la ligne horizontale où le front finit et où le visage commence, la peau s'est fendue horizontalement, pour former comme deux voiles musculaires, qui s'écartent, afin d'ouvrir le monde extérieur à nos regards, et se rapprochent, pour protéger l'organe de la vue, ou en lubrifier les parois avec des larmes. Ce sont les paupières, organes de conservation, dont la privation entraînerait la perte de la vue. La surface extérieure ne s'en distingue pas du reste de la peau; les bords en sont cartilagineux (tarses), et s'appliquent exactement les uns contre les autres, comme si la fente était le produit d'un instrument tranchant. Une rangée de cils (*cl*, pl. 4, fig. 26) les termine, comme pour abattre les rayons lumineux qui tomberaient à faux, sur la cornée transparente, ou pour tamiser la lumière qui nous arriverait avec trop d'intensité. La surface interne des deux paupières est tapissée d'une membrane délicate, de la nature des muqueuses, qui se continue avec celle qui tapisse toute la surface antérieure de l'œil (*cj*), et vient se confondre avec la cornée transparente (*cn*); cette membrane se nomme *conjonctive*. On en voit les fragments chiffonnés (*cj*) sur la figure 21, pl. 4.

C'est au-dessous de cet appareil que sont logés les globes des yeux, dans deux cavités osseuses qui se nomment *orbites*.

A l'angle externe de l'orbite (fig. 26, *gl*) se trouve la *glande* lacrymale (1618), à l'angle interne (*cr*) la caroncule lacrymale (*), dans le voisinage de laquelle est pratiqué sur l'épaisseur de chaque paupière, un orifice béant qu'on nomme *point lacrymal*; ces deux points se continuent en deux canaux de deux ou trois lignes de long, et du diamètre d'un poil, et viennent s'aboucher dans une cavité placée à l'angle interne de l'orbite, que l'on nomme *sac lacrymal*, et qui communique avec les fosses nasales, par un canal que l'on nomme *canal nasal*. On a vu, dans l'ensemble de cet ap-

(*) L'œil dessiné sur nos planches est l'œil gauche renversé.

pareil, un appareil excréteur des larmes, un conduit pour amener les larmes dans la cavité de l'organe olfactif. Mais les larmes, quand elles affluent en très grande abondance, paraissent trouver un écoulement plus facile par la grande ouverture des paupières que par ce petit orifice du diamètre d'un poil; elles débordent en torrents par les paupières, alors qu'il s'en échappe une goutte par le canal nasal; et quand les larmes ne sont pas des pleurs, elles ne s'écoulent ni par la grande ouverture ni par le petit canal, elles s'évaporent, après avoir été étendues, par le jeu des paupières, sur la surface de la conjonctive. En sorte que la nature aurait mal pris son plan, si elle avait réellement destiné à cet usage un appareil d'une structure aussi délicatement compliquée.

1658. A quoi donc est destiné le canal nasal? Examinons la question sous un autre point de vue. Le canal nasal met la capacité comprise entre les parois de la conjonctive, en communication avec la capacité des fosses nasales, que nous avons dit être les sentinelles avancées de l'inspiration. Mais l'inspiration appelle l'air par toutes les ouvertures qui aboutissent au dehors; quand le vide se produit dans une capacité, l'air s'y porte avec violence par toutes les issues, par les plus grandes comme par les plus étroites. Dans l'acte de l'inspiration, l'air pénètrera donc dans les poumons, non seulement par les fosses nasales toujours ouvertes, et par la bouche, quand elle est béante, mais encore par les points et les conduits lacrymaux, quand les paupières seront écartées, ce dont au reste il est facile de s'apercevoir, en prêtant un peu d'attention; en effet, toutes les fois que nous inspirons fortement, nous sentons une impression de froid, un courant d'air dans la région de la caroncule lacrymale (*cr*, fig., 26, pl. 4), dans l'angle interne de l'orbite de l'œil; impression qui devient toute contraire, dans l'acte de l'expiration. Voilà un fait qui a lieu en l'absence des larmes. Or, qu'arrivera-t-il, lorsque les paupières seront fermées et rapprochées intimement, par l'application des deux tarses l'un contre l'autre? L'inspiration produira le

vide dans cette capacité close ; et par conséquent elle attirera, vers l'angle interne de l'œil, non seulement les sécrétions de la glande lacrymale, les larmes, pour en lubrifier les parois de la conjonctive, mais encore toutes les impuretés, qui, malgré la vigilance instinctive des paupières, auraient pu se glisser entre elles et la surface de l'œil. Aussi voyons-nous toute impureté provoquer le rapprochement des paupières, qui devraient au contraire s'écarter, pour ne pas se froisser contre l'obstacle, mais qui se réunissent pour former une cavité hermétiquement fermée ; et peu à peu l'impureté chemine et se rend à l'angle interne de l'œil, où sa présence est sans danger et son extraction facile. L'inspiration l'a amenée à ce point, et, pour y arriver, l'impureté a dû suivre la route où la compression des parois était moins forte, et par conséquent éviter la cornée transparente, cette perle de l'œil, qui se défend dans ce cas par sa proéminence même, qui écarte l'obstacle en le dominant, et lui trace un passage en bas et loin de sa surface, en pressant de sa convexité le voile qui s'y applique exactement. Le canal nasal est donc destiné à appeler les fluides lubrifiants sur la surface de la conjonctive, et à nettoyer cette surface des impuretés qui pourraient l'assaillir, et dont les mouvements des paupières ne sauraient jamais la débarrasser, que par de longs et douloureux frottements. Il est évident que si ces substances de surcroît sont liquides, que ce soient des larmes ou de l'eau, l'inspiration les attirera dans les fosses nasales, tandis que les impuretés solides resteront dans l'angle interne, faute de trouver un conduit d'un calibre propre à les laisser passer.

1659. La partie de l'œil que nous voyons se mouvoir sous les paupières ouvertes, présente deux surfaces distinctes, l'une blanche, opaque, que tapisse la conjonctive (*cj*) (ou *cornée opaque*), et sur laquelle on voit se ramifier quelques vaisseaux sanguins, dont le nombre se multiplie dans les crises inflammatoires ; puis une surface bombée, circulaire, une lentille convexe (*cornée* ou *cornée transparente*), à travers la transpa-

rence de laquelle, on distingue (*pp*) une ouverture centrale toujours noire (*pupille* ou *prunelle*), et entourée (*ir*) d'une vaste auréole (*iris*), dont la couleur, variable selon les individus, sert à désigner la couleur des yeux. La fig. 25, pl. 4, représente cette double surface circulaire, dessinée d'après un œil vivant, au grossissement d'une loupe de 2 pouces 1/2 de foyer. Sur les yeux morts, ce riche appareil se décolore et se déforme, surtout quand on a enlevé la cornée transparente, et que l'organe se trouve exposé immédiatement aux influences de l'air. L'*iris* (*ir* et *ir'*) offre un réseau de bifurcations vasculaires et rayonnantes du centre à la circonférence, qui se dessinent en gris sur un fond bleu ici, mais noir, vert olive, gorge de pigeon sur d'autres individus. Cette surface présente deux zones : 1° une plus interne (*ir'*), qui forme une espèce d'entonnoir, au fond duquel serait logée la *pupille*. Elle est partagée en 16 grands rayons en creux, dont les intervalles semblent comprendre environ 25 subdivisions rayonnantes, ce qui diviserait ce cercle en 400 degrés; 2° l'autre, plus vaste et qui enveloppe la première, s'en distingue, parce qu'elle est plane, unie, que ses divisions rayonnantes se subdivisant par des dichotomies secondaires jusqu'à la circonférence, et qu'elles se distinguent les unes des autres, par la couleur, et non par les ombres d'un relief quelconque.

1660. La couleur noire de la *prunelle* ou *pupille* (*pp*, fig. 25) n'est que celle de toute ouverture d'une cavité non éclairée, et qui ne réfléchit pas au dehors les rayons lumineux qu'elle absorbe. En effet, si on détache le globe de l'œil de son orbite, et qu'on le dépouille de l'enveloppe opaque qui emprisonne les substances que recouvrent l'iris et la prunelle, celle-ci devient tout-à-coup transparente, car elle transmet alors à l'œil les rayons lumineux, qui lui arrivent par réfraction (592). L'*iris* est tapissé postérieurement par une membrane noire, qui, une fois déchirée par la dissection, répand dans l'eau un liquide noir, qu'on a désigné sous le nom de *pigmentum*. Nous retrouverons ce liquide dans d'autres tissus de l'organe de la vision.

1661. Le globe de l'œil tiré de son orbite, par la section et du nerf optique, et des muscles qui l'attachaient aux os, et qui servaient à le faire mouvoir sur son axe, de côté, d'avant en arrière et d'arrière en avant, le globe de l'œil se présente comme une sphère ayant le diamètre transversal moindre que le diamètre vertical. La cornée transparente proémine sur la surface antérieure du globe, comme une lentille concavo-convexe qu'on appliquerait sur une sphère d'un plus grand rayon. Le nerf optique prend son origine à la partie opposée; mais la cornée et le nerf sont situés un peu au-dessous du diamètre transversal; en sorte que la calotte qui les surmonte est plus bombée que la calotte qui leur est inférieure. La direction du nerf est oblique par rapport à la tangente amenée à son point d'insertion; mais cette obliquité devient plus grande par les contractions de la mort, et diminue ensuite par la macération, en sorte qu'un œil conservé dans l'eau pendant quelques jours présente le nerf optique sur le prolongement du diamètre. Procédons à l'étude anatomique de l'œil, en partant du nerf optique, et après en avoir dépouillé le globe, des muscles, du tissu cellulaire, de la glande lacrymale, et de la conjonctive, enfin après en avoir réduit la périphérie aux parois résistantes qui l'enveloppent, sans aucune solution de continuité.

A. Étude anatomique et physique de l'œil.

1662. Nerf optique (pl. 4, fig. 21 et 22, *op*). — Chez l'homme, ce nerf, qui est cylindrique, mais grossit à mesure qu'il s'approche de l'œil, varie autour de trois millimètres de diamètre. La substance, qui en paraît si homogène à l'état frais, décèle une structure plus compliquée par une macération de quelques jours. On voit alors, à la loupe, comme une partie corticale (*nv*, fig. 21, pl. 2) se détacher en forme d'un fort névrilème, de la portion centrale et comme médullaire (*md*). Ces deux portions tiennent entre elles par un tissu aranéeux d'une grande délicatesse. On reconnaît que

cette portion corticale va former, par son expansion, toute l'enveloppe opaque du globe de l'œil, celle que l'on désigne sous le nom de *sclérotique* (*sc*), enveloppe dont le tissu se termine là où commence la *cornée transparente*. La portion médullaire n'est rien moins qu'homogène à son tour, et c'est sur le nerf optique du bœuf que sa structure devient bien apparente. Vu de grandeur naturelle sur sa section transversale (fig. 18, pl. 2), ce nerf offre déjà à l'œil comme des compartiments cellulaires, qui ne laissent plus le moindre doute, sur leur nombre et leur configuration, à un simple grossissement de huit fois le diamètre (fig. 19); on y distingue en effet la portion corticale (*nv*), qui se continue en sclérotique, et que la dessiccation colore en rougeâtre; cette gaîne enveloppe, comme dans un étui, une foule de troncs nerveux, enveloppés tous dans tout autant de gaînes qui s'agglutinent entre elles, par leurs parois externes; en sorte que la section transversale présente l'aspect d'un tissu cellulaire ordinaire, dont les cellules seraient infiltrées de sucs albumineux. Mais tous ces emboîtements nerveux s'arrêtent au point où le globe se forme; et aucun d'eux ne pénètre dans l'intérieur de la grande cellule, qui se développe au bout de chaque nerf optique, et devient l'organe de la vision. Ici de nouveaux emboîtements vont s'organiser, mais d'une manière sphérique, et tous concentriques entre eux.

1663. Sclérotique (pl. 4, fig. 15). — Le premier emboîtement, ou le plus externe, celui qui émane du névrilème (*nv*), doit être considéré comme l'emboîtement générateur, comme la cellule maternelle de tous les organes intérieurs. Il a en épaisseur $2\frac{2}{3}$ de millimètre; et il vient perdre son opacité, et offrir le relief d'une lentille, sur sa surface antérieure, pour transmettre les rayons lumineux au foyer qui doit en percevoir l'image; or comme les rayons lumineux s'épanouissent en cônes, cette surface est circulaire. La sclérotique (*sc*) devient alors cornée transparente (*cn*).

1664. Choroïde et rétine. — Ce second emboîtement prend naissance à la région du nerf optique, tapisse la paroi interne de l'emboîtement externe, et présente deux couches principales, à qui l'on a fait jouer deux rôles distincts. La première, qui s'applique immédiatement contre les parois de la sclérotique, se nomme la *choroïde*, et l'autre, qui tapisse la choroïde, se nomme la *rétine*. Il est à présumer que, sans la théorie de Descartes *sur le mécanisme de la vision*, les anatomistes auraient attaché infiniment moins d'importance à la distinction de ces deux lames d'un même tissu. La couleur des deux est d'un noir foncé, avec la différence que la rétine par sa surface lisse, réfléchissant une portion des rayons lumineux qu'elle est appelée à absorber, présente sur ce fond noir, des variations analogues à celles du phénomène chromatique, que l'on désigne sous le nom de *gorge de pigeon*. Lorsqu'on plonge un fragment de la *choroïde* ou de la *rétine* dans l'eau, il semble se désagréger en une espèce de sanie noirâtre, qui s'échappe en myriades de molécules albumineuses. A cette époque, la structure intime du tissu ne se révèle par aucune organisation susceptible d'être décrite et dessinée. Mais si on abandonne le tissu dans l'eau, en ayant soin de le laver de temps à autre, et de remplacer le liquide saturé par un liquide plus pur, on arrive, en dépouillant ce tissu de tout ce qu'il possédait de soluble, à se convaincre que c'est un tissu éminemment vasculaire (pl. 2, fig. 17), et que la couleur noire qui le distinguait ne provenait que du liquide qui circulait dans cet inextricable réseau de vaisseaux qui le sillonnent; que c'est à un sang noir, à une circulation réelle que cet organe est redevable de sa couleur; et qu'enfin la sanie qui se répand de sa substance macérée dans l'eau, n'est autre que ce sang chargé de molécules albumineuses et d'une matière colorante noire, qui s'échappe des orifices béants des vaisseaux. Ainsi que dans tout autre tissu vasculaire, on remarque ici deux ordres de vaisseaux: les uns qui se ramifient et s'anastomosent à l'infini sur la surface

postérieure (m), et dont on remarque même l'empreinte sur la paroi interne de la sclérotique (pl. 4, fig. 15), ce sont ceux qui sont le plus en évidence sur le fragment de la choroïde (pl. 2, fig. 17) qui est grossi seulement quatre fois. Sur la surface, au contraire, qui est tapissée par la rétine, on observe une vascularité plus grêle, plus clair-semée, qui semble couper la première à angle droit, et que l'on distingue encore ici sur la trame d'une membrane délicate et comme indécise (m'). Outre ce réseau, on remarque sur la choroïde (ch) de la fig. 21, pl. 4, des vaisseaux qui se dirigent du nerf optique vers la cornée transparente, comme tout autant de longitudes, espacés comme on le voit sur la figure, qui est de grandeur naturelle; ils sont vides de liquide circulatoire, et partant blancs. S'ils étaient encore pleins de liquide, on ne les distinguerait pas du tissu ambiant. Ils s'en détachent mécaniquement avec beaucoup de facilité.

1665. Iris. (Pl. 4, fig. 25, *ir*, *ir'*.) — Arrivée au point où la sclérotique devient transparente et perméable aux rayons lumineux, la lame externe de la choroïde se sépare d'elle, et continue sa route pour devenir un peu plus loin transparente à son tour. Toute la surface de cette lame qui est en contact avec la lumière se colore de divers reflets; là, il se fait pour ainsi dire une espèce d'hématose, par laquelle le sang noir revêt différentes nuances; mais la surface interne en reste noire et prend le nom d'*uvée;* la surface externe se nomme *iris*. La lame de la choroïde qui se continue sous forme d'iris, a aussi sa *cornée transparente*, qui ouvre un passage d'un moindre diamètre aux rayons lumineux transmis par la cornée. Mais la substance de ce tissu est si délicate, cette membrane est tellement peu infiltrée, tellement peu vasculaire, qu'elle se déchire, sans que l'on puisse en démêler la trame, sur le fond noir du fond de l'œil. On en sent pourtant la résistance dans un grand nombre de cas; et lorsqu'on l'examine à la loupe sur un œil vivant, on la voit

éfléchir la lumière d'une manière distincte, surtout en variant es incidences. Cette membrane transparente ferme donc, omme un diaphragme, la pupille, et fait que la lame de la horoïde qui donne naissance à l'*iris*, constitue un grand emoîtement imperforé, une grande vésicule analogue à la vésiule de la sclérotique qui l'emboîte elle même.

1666. L'*iris* a le même diamètre que la cornée transpaente, qui est en moyenne de 12 millim. L'ouverture de la upille se rétrécit par une vive lumière, et a à peine alors millimètres de diamètre; par une lumière diffuse, elle en 4, et dans l'obscurité davantage, ce qui démontre que la ame choroïdale qui s'organise en *iris*, est aussi musculaire ue vasculaire, car elle est susceptible de se contracter et de e dilater. Le globe de l'œil, dans son plus grand diamètre, épasse à peine 25 millimètres.

1667. La cavité formée par les parois internes de la cornée ransparente, par l'iris et la membrane qui recouvre la pupille, est remplie d'un liquide limpide qui prend le nom *humeur aqueuse*; on la désigne sous le nom de *chambre ntérieure de l'œil*. Sur la fig. 15, pl. 4, elle est comprise par s lettres *cn*. L'*iris* se détache de la sclérotique à la haueur *ir*. Sur la fig. 22, pl. 4, toute cette chambre manque, ar l'ablation de la cornée transparente, et l'*iris* (*ir*) est en ontact immédiat avec l'air extérieur.

1668. Deuxième chambre ou chambre moyenne. — Ainsi s effets de la lumière, les procédés de la fine anatomie joignent à l'analogie fondée sur les données de la théoe vésiculaire, pour démontrer que la pupille est recouverte une membrane transparente, qui est, par rapport à la lame e l'iris, ce qu'est la cornée par rapport à la sclérotique; et, ar conséquent, entre le cristallin et la pupille, il existe une avité plano-concave, qui est remplie d'un liquide transpaent, cavité que la plupart des anatomistes admettent sous le om de deuxième chambre.

1669. Procès ciliaires. — Une lame plus interne de la choroïde se détache de la sclérotique, un peu au-dessous du point d'adhérence de l'iris à la paroi de cette enveloppe, et vient former un diaphragme parallèle à l'iris, organisé vasculairement comme ce dernier organe, ouvert comme lui circulairement à son centre, pour laisser passer les rayons lumineux, c'est-à-dire devenant transparent sur cette surface, qui forme, avec les rayonnements qui l'entourent, un tout continu, une calotte de la grande vésicule de laquelle ceux-ci émanent. Contre la surface postérieure des procès ciliaires (pl. 4, fig. 16, *pr*) s'applique le cristallin (*cr*), et la bande antérieure de l'humeur vitrée (*hv*). Ils tirent leur nom de la structure de leurs rayonnements, qui semblent presque former les cils d'un œil rond. Mais avec une attention plus suivie, on s'assure que ces cils ne sont que des vaisseaux, qui s'anastomosent, en rayonnant du centre à la circonférence, et qui, arrivés au bord de l'ouverture transparente, reviennent en arrière parallèlement à leur première direction, ce qui produit là une espèce de festonnement d'une grande régularité et d'une délicatesse insigne. Du côté de la sclérotique, chacun de ces canaux vasculaires s'abouche, non seulement avec les vaisseaux contigus, mais encore avec les vaisseaux de la choroïde, qui alimentent la circulation de cet iris du second plan; car je ne saurais trouver, pour désigner les rapports des procès ciliaires, une expression d'une plus grande exactitude. Mais ce second iris étant protégé, contre la lumière, par toute l'épaisseur du premier qui le déborde, sa surface antérieure ne saurait se colorer, comme le fait celle de l'iris du premier plan; elle reste donc aussi noire que la choroïde. La fig. 15, pl. 4, représente, au grossissement de 50 diamètres environ, un fragment de ce réseau ciliaire pris sur l'œil d'un petit pinson, qui avait à peine quatre jours: (α) en est le bord intérieur, celui qui entoure le cristallin; on y voit comment le vaisseau afférent fait un coude en cet endroit, pour devenir vaisseau déférent, et comment s'organisent

s anastomoses (β). La surface des vaisseaux pigmentifères est arquée, comme celles des vaisseaux sanguins, de stries transversales. J'ai cru avoir compté, sur le pourtour de ce diaphragme, cent gros vaisseaux qui semblent diviser ce cercle, omme en tout autant de degrés.

1670. Cristallin et humeur vitrée. — De la région du erf optique part une vésicule plus interne, dans le sein de quelle s'emboîtent l'humeur vitrée et le cristallin, comme ndiquait *à priori* la théorie *spiro-vésiculaire*. Cette memrane est très visible sur l'œil de certains animaux, tels que eux de hérisson, et sur l'œil humain à la suite d'une malaie inflammatoire; elle est sillonnée alors d'un réseau de aisseaux sanguins. On la distingue très bien sur la fig. 22, v', pl. 4, qui a été dessinée d'après un œil d'une vieille mme morte à la suite d'une fièvre cérébrale. Cette memrane, qui a un aspect mat en cette circonstance, se confond ouvent avec le reste de l'humeur vitrée (*hv*) par la transparence et la délicatesse de son tissu. Mais, dans tous les cas, lle vient recouvrir le cristallin auquel elle adhère, et s'attaher intimement au bord interne des procès ciliaires, pour cquérir une diaphanéité et une consistance qui la rendent nappréciable sur toute la surface du cristallin : c'est à elle ue doit s'appliquer la dénomination de *membrane hyaloïde*.

1671. Le cristallin est un corps qui affecte la forme d'une ntille biconvexe (402), et qui occupe toute la place que rconscrit le bord interne des procès ciliaires. C'est une lentlle, dont l'axe se confond avec l'axe transversal de l'œil, avec xe qui passe par le centre de la pupille et aboutit à la réon du nerf optique. Dans l'homme, sa calotte antérieure a e plus grande courbure que la calotte postérieure; l'épaiseur de l'organe étant de 6 millimètres, son diamètre de 0 millimètres, l'épaisseur de sa calotte antérieure serait de ,5 millimètres, et celle de sa calotte postérieure ne serait que 2,5 millimètres. La fig. 17, pl. 4, le représente de grandeur

naturelle, vu par les bords qui portent les traces des procès ciliaires. Un corps de cette forme et de cette limpidité doit nécessairement se comporter à la manière des lentilles biconvexes de verre; il doit grossir les objets, lorsqu'on le place entre eux et notre œil; c'est ce que l'expérience démontre, tant que les parois du cristallin extrait de son humeur vitrée sont entretenues dans leur état d'humidité. La fig. 19 nous le montre grossissant les caractères de la phrase écrite sur le papier : *ut lens*, à la manière d'une lentille ordinaire de nos instruments d'optique. La distance focale du cristallin humain hors de ses enveloppes est d'environ 4 millimètres.

1672. Le cristallin du bœuf ne s'isole pas avec la même netteté que le cristallin humain ; la calotte postérieure s'engrumèle et semble avoir laissé en solution une grande partie de sa surface; elle est mamelonnée et beaucoup moins résistante que la surface de la calotte antérieure. Lorsqu'on abandonne deux heures seulement le cristallin dans un verre de montre rempli d'eau, la calotte antérieure appliquée contre la paroi du verre, on trouve le vase rempli comme d'une humeur vitrée, sur la paroi antérieure de laquelle serait enchâssé le cristallin. La calotte postérieure de ce dernier organe s'est dissoute dans l'eau du verre, et s'y est organisée en un tissu d'une moindre consistance et d'une plus grande diaphanéité, et qui offre tous les caractères physiques et chimiques de l'*humeur vitrée;* un peu plus et un peu moins de parties aqueuses constitue donc toute la différence des deux substances.

1673. Le cristallin du jeune pinson dont nous avons déjà étudié une portion de l'œil (1669) offre des particularités dignes de toute notre attention. Lorsqu'après avoir extrait l'enveloppe qui renferme et le cristallin et l'humeur vitrée, on abandonne cet organe à son propre poids, le cristallin s'élève par une saillie en forme de mamelon que la fig. 14 représente vu de champ, et dont la fig. 20, pl. 4, représente le profil. Autour de ce mamelon (*cr*), les procès ciliaires (*pr*) forment une cannelure circulaire (α), qui ne peut être produite qu'

ar suite d'une adhérence intime de toutes les pièces de cette rganisation entre elles. Si les procès ciliaires n'appartenaient as à la membrane qui recouvre le cristallin, ils s'affaisseaient d'une tout autre manière, et laisseraient passer en entier cristallin au dehors. Mais le cristallin de l'œil de ce petit nimal, extrait de l'*humeur vitrée*, est loin de présenter la rme d'une lentille; c'est un cône tronqué, bombé à ses deux xtrémités antérieure et postérieure (fig. 18, pl. 14); cet orane est mou et composé d'une vésicule externe et d'une ibstance incluse de consistance presque liquide. Déposé ans l'acide sulfurique concentré, il a commencé par s'afisser, par contracter une couleur jaune, qui a passé ensuite u purpurin, signe évident de l'existence simultanée de l'albuiine et du sucre (*); enfin on découvre alors, sur la surce de l'organe, des stries rayonnantes qui dénotent une ascularité lymphatique; au microscope, on constate l'exisence d'un réseau de cellules hexagonales aplaties, qui se irigent en rayonnant d'un pôle du cristallin à l'autre, et qui rment le tissu de la vésicule externe, la seule portion de et organe qui ne se dissolve pas dans l'acide. L'humeur viée n'y contracte qu'une couleur jaune. Le cristallin est donc ésiculaire, comme la membrane externe qui l'emprisonne.

1674. Si nous plaçons le cristallin d'un animal adulte dans même acide, il ne contracte qu'une couleur jaunâtre. Dans acide hydrochlorique (1534), il passe du blanc au purpurin, u purpurin au bleu, comme tous les tissus glutineux et albuiineux. Dans l'acide nitrique, il devient jaune, il se fend d'un ôle à l'autre; et si on le retire deux jours après, et qu'on le ive à l'eau, on le trouve, par une coupe longitudinale, comosé d'emboîtements en grand nombre, dont les parois sont eaucoup plus minces sur la calotte antérieure que sur la caotte postérieure. La fig. 20, pl. 2, représente le cristallin de

(*) Substance que nous aurons plus bas l'occasion de reconnaître dans ous les tissus embryonnaires des végétaux et des animaux.

l'homme au sortir du réactif, avec les emboîtements que nous avons laissés à leur état d'intégrité, comme un noyau enchâssé dans les emboîtements que nous avons ouverts par le milieu. L'organe est grossi quatre fois seulement.

1675. Supposons, ce qui est fort admissible, surtout aux yeux des personnes qui auront pris en considération les principes de cet ouvrage; supposons que la calotte postérieure de chacune de ces couches concentriques ne se fût pas arrêtée ainsi dans son développement, mais qu'elle eût multiplié les mailles de son tissu d'une manière indéfinie, et représentons-nous par la pensée, sous quelle forme le cristallin se serait alors offert à nos yeux, dans le cas où les couches qui le composent auraient adhéré intimement les unes aux autres, et se seraient confondues ainsi en un seul tissu apparent; nous aurions eu nécessairement alors l'organe que l'on désigne sous le nom d'humeur vitrée, et nulle part de cristallin susceptible d'être distingué du milieu ambiant. Mais s'il était arrivé que l'emboîtement le plus interne de tous n'eût point suivi ce développement indéfini, qu'il n'eût point infiltré ses calottes postérieures, qu'il eût présenté par conséquent une consistance plus forte que la portion postérieure du tissu qui l'enveloppe, cet emboîtement, interne en réalité et externe en apparence, eût été le cristallin, et la portion postérieure des emboîtements ambiants eût pris les caractères et le nom d'humeur vitrée. Eh bien! l'analogie se réunit à la dissection et aux réactions, pour nous permettre d'établir que telle est réellement la structure de ces deux organes, qui ne nous paraissent distincts que par la différence de leur consistance, mais qui sont le même et unique organe, sous le rapport de la structure vésiculaire, de la structure par emboîtements.

1676. En conséquence, le cristallin est revêtu de tout autant de membranes minces et diaphanes que l'humeur vitrée compte d'emboîtements; ou plutôt le cristallin n'est lui-même qu'un agrégat des emboîtements les plus internes, que la lumière attire en avant, et dont les parois s'infiltrent et

rganisent infiniment moins du côté éclairé que du côté op-
sé. Si donc on venait à extraire ce corps, sans endommager
qui l'environne, on conçoit facilement comment l'*humeur*
trée aurait par devers elle de quoi en reformer un autre à
place; car la création d'un nouveau cristallin ne serait que
résultat immédiat de l'élaboration normale de la grande
sicule, qui prend le nom d'*humeur vitrée;* et on admet
intenant avec nous que le développement se continue par
formule d'une vésicule qui engendre à l'intérieur d'autres
sicules, et ainsi de suite d'une manière indéfinie.

1677. Le retrait occasionné par la congélation met cette
ucture intime en évidence, tout aussi bien que la réaction
s acides; mais le dernier procédé que nous venons de dé-
re est plus à la portée de l'observateur.

1678. Combinons, par la pensée, la structure générale et
r emboîtements avec la structure microscopique spéciale,
l'un quelconque de ces emboîtements, structure qui, par
nalogie doit nécessairement être la même pour tous les au-
s. Nous avons vu (1673) que la vésicule du cristallin était
ganisée par le moyen de petites cellules hexagonales, qui
nt rangées dans la direction d'un pôle à l'autre, et comme
côtes de melon. Or il pourrait arriver qu'au lieu de mul-
lier leurs cellules, chacun de ces emboîtements n'en déve-
ppât qu'une rangée circulaire, qui s'étendrait ainsi d'un
le à l'autre. Par le retrait, chacune de ces cellules serait
nc dans le cas de s'enlever, comme on enlève une cuisse
orange. Or cette hypothèse se réalise sur le cristallin du
risson; cet organe ne se sépare nullement de l'humeur
trée sous une forme lenticulaire, mais plutôt comme un
gone, comme un prisme à trois pans et à angles arrondis.
r une espèce de clivage on détache facilement les trois an-
es, et on a ainsi un nouveau prisme, dont les faces con-
ves sont les lacunes laissées par les trois angles enlevés;
deux ou trois autres clivages, on arrive au noyau qui ne
raît simple, que parce qu'il ne se prête plus à ces procédés

de dissection. Je ne saurais mieux comparer cette structure qu'à un assemblage de gousses de certains aulx, qui sont disposés autour de la gousse principale, comme autour d'un noyau central.

1679. RÉCAPITULONS CETTE SÉRIE D'OBSERVATIONS. La couche externe du nerf optique (pl. 4, fig, 21 et 22, *op*) se renfle à son extrémité, sous l'influence du développement vésiculaire qui doit constituer l'organe de la vision ; au contact de la lumière elle s'amincit et devient diaphane. Du fond de cette grande et forte enveloppe orbiculaire, naît une nouvelle vésicule, qui tapisse, de son réseau vasculaire et de son tissu tout noir, les parois de la première; elle prend le nom de *choroïde* dans son épaisseur (*ch*, fig. 21 et 22), de *rétine* (*r*) à sa surface interne, et vient se dédoubler et se détacher d'elle, à la hauteur de la cornée transparente, 1° sous le nom d'*iris* (*ir*), qui s'amincit à son centre sous le nom de *pupille* (*pp*) ; 2° sous la forme de *procès ciliaires* (*pr*, fig. 16). Une vésicule plus interne (*hv'*, fig. 22) prend naissance vers la même région, tapisse la surface de la rétine, vient s'amincir sur le pourtour des procès ciliaires, et recouvre tous les emboîtements hyalins et concentriques qui forment l'*humeur vitrée* (*hv*) et le *cristallin* (*cr*). L'*humeur vitrée* enveloppe le *cristallin* de ses emboîtements ; et ne semble rejetée en arrière, que parce que la calotte postérieure de chacun d'eux est beaucoup plus développée que la calotte antérieure ; or nous avons fait observer (1549) que la paroi propre d'une membrane quelconque est tellement mince, qu'en en superposant une centaine les unes sur les autres, on n'aurait encore qu'une membrane de l'apparence la plus simple à l'œil nu. Le cristallin ne diffère de l'humeur vitrée que par sa consistance et à un certain âge, on ne saurait distinguer ces deux organes entre eux. Le centre du cristallin est le centre des emboîtements de l'humeur vitrée, mais un centre tellement refoulé loin du centre géométrique, que le rayon antérieu

de cette sphère est peut-être dix fois plus court que le rayon postérieur.

1680. CONDITIONS DE STRUCTURE ESSENTIELLES A LA VISION. — A côté des avantages incontestables de l'analyse, existe de toute nécessité un grave inconvénient; à force d'arrêter son esprit sur des détails, on finit par perdre de vue l'unité; à force d'augmenter les pages d'un livre, on s'éloigne du point de vue, d'où se découvre l'ensemble et le lien des faits particuliers; et l'on finit par donner à chacun de ces faits de détail, une importance qui n'est inhérente qu'à leur harmonie. Cette réflexion s'applique immédiatement à l'étude de l'œil, de cet organe qui nous transmet la sensation la plus subtile, et partant la moins multiple de toutes, la sensation de la lumière. Car, au soin que nous prenons d'énumérer les diverses pièces qui rentrent dans sa structure, on serait tenté de croire que chacune de ces pièces qu'isole la dissection est indispensable à la vision, est dans son genre une espèce d'organe secondaire; idée dont il faut rabattre pas à pas, à mesure qu'on avance dans les recherches d'anatomie comparée. La manière par laquelle nous avons envisagé la structure du globe de l'œil humain, en nous occupant d'en décrire une à une toutes les parties, a dû déjà mettre nos lecteurs sur la voie de la synthèse, qui va faire le sujet de ces paragraphes, et amener la réponse à cette question : *Quelle est la structure essentielle à la vision?*

1681. Les paupières étant destinées à lubrifier les parois de la conjonctive, et à préserver cette membrane qui recouvre le globe de l'œil, du contact des corps capables d'en irriter la surface, les paupières dans un milieu aqueux, seraient sans emploi, resteraient toujours ouvertes et finiraient par s'atrophier et se réduire faute d'usage, vu qu'en s'abaissant elles nuiraient plus à la vision qu'en se tenant écartées, et que la même impulsion instinctive qui nous porte à les fermer de temps en temps dans l'air, porterait l'animal à les

tenir ouvertes constamment dans le milieu humide. Aussi les poissons, et tous les animaux exclusivement aquatiques, manquent-ils de paupières.

1682. L'œil servant à la vision, à la manière des lentilles grossissantes, c'est-à-dire en réfractant vers un foyer commun les rayons lumineux qui tombent sur sa surface extérieure, il faut nécessairement que les liquides qui entrent dans sa composition aient un pouvoir réfringent différent du milieu ambiant; les liquides seraient une superfétation, s'ils avaient le même *indice de réfraction* (396) que celui-ci; car ils transmettraient le rayon lumineux, sans le faire aucunement dévier de la route, par laquelle il doit arriver au foyer. L'*humeur aqueuse* qui remplit la capacité de la première chambre de l'œil humain, et forme la substance de cette première lentille plano-convexe; *l'humeur aqueuse*, qui remplit la deuxième chambre et forme l'épaisseur de la seconde lentille concavo-convexe de notre œil, serait donc inutile à des animaux plongés dans un milieu aqueux; aussi chez les poissons, le cristallin semble-t-il s'appliquer presque immédiatement contre la paroi interne de la cornée transparente.

1683. Mais par la même raison, le *cristallin* et *l'humeur vitrée* doivent jouir, chez le poisson, d'un *indice de réfraction* supérieur à celui de ces deux pièces de l'œil des animaux terrestres, et par conséquent acquérir une plus grande densité. Aussi le cristallin des poissons est-il très dur et très compacte, sans cesser d'être transparent.

1684. Mais le *cristallin* ne diffère de l'*humeur vitrée* que comme le noyau diffère de la chair du fruit, c'est-à-dire que par une consistance plus grande; c'est un emboîtement plus interne et plus dur. Or si cette consistance se communiquait de proche en proche à tous les emboîtements qui constituent l'humeur vitrée, au lieu d'un *cristallin lenticulaire* enchâssé comme un chaton, dans la partie antérieure d'une *humeur vitrée* presque globulaire, l'œil soumis à la dissection anatomique n'offrirait qu'un cristallin énorme et sphérique,

sans que rien n'eût été dérangé dans le type normal de sa structure. Et c'est ce qui est arrivé dans l'œil du poisson, chez lequel un plus grand nombre d'emboîtements se sont solidifiés et semblent occuper toute la place de l'*humeur vitrée*; car dans un milieu aqueux, l'œil sera d'autant plus clairvoyant que ses tissus réfringents auront plus de consistance, et les tissus arrivés à ce degré de consistance revêtiront une forme plus sphérique, qui est celle du cristallin de l'œil des poissons et des animaux qui habitent le même élément.

1685. Mais par la même raison, dans un milieu habituellement plus raréfié et plus inondé de lumière, les tissus réfringents devront jouir d'une moindre réfraction, et par conséquent affecter une moindre consistance et une moindre courbure; car autrement, au lieu de concentrer des rayons de lumière, l'œil concentrerait des rayons de feu, il brûlerait au lieu d'éclairer. Aussi chez l'insecte, dont l'œil sans paupières reçoit la lumière perpendiculairement, la lumière se tamise à travers un réseau corné, dont chaque maille hexagonale contient un cône tronqué, qui commence par une surface courbe et convexe, se termine au nerf optique, mais où tout est humeur vitrée et rien n'est cristallin.

En conséquence, ce n'est point le nombre des milieux réfringents qui est nécessaire à la vision, c'est la forme que prend l'ensemble de ces milieux; et leur différence anatomique ne provenant que de leur consistance, on conçoit que l'œil transmette tout aussi bien les images, alors qu'il n'entrera qu'un seul milieu réfringent dans son organisation; il suffira que la forme en soit comme taillée, au moins aux deux extrémités de l'axe, sur deux segments de sphère.

1686. Mais, après avoir ainsi réduit par la pensée la structure de l'organe de la vision à sa plus simple expression, on ne se refusera pas à admettre que la nature puisse en réduire à l'infini les dimensions, selon la taille des animaux; car la nature n'ira certainement pas placer l'œil du bœuf sur

le front d'une grenouille. Or, si la réduction des dimensions de cet organe a lieu dans les mêmes proportions que la réduction de la taille, il est évident que nous devrons rencontrer, dans la nature, des êtres vivants doués de la faculté de voir, sans que l'observation la plus minutieuse soit dans le cas de nous faire distinguer, sur aucun point de leur surface, rien qui ressemble le moins du monde à l'organe de la vision; car nos meilleurs microscopes ne sauraient nous faire distinguer ce qui échappe à la puissance de leur ampliation; et chez un animal de $\frac{1}{20}$ de millimètre de long, l'œil, qui ne saurait avoir, dans ce cas, plus de $\frac{1}{1400}$ de millimètre, est inabordable dès ce moment à l'ampliation de nos plus puissants microscopes. Cet organe se confondra donc aux yeux de l'observateur avec les tissus ambiants; tout au plus s'offrira-t-il avec l'aspect et les dimensions de l'un des plus petits globules, que les phénomènes de réfraction dessinent sur les surfaces éclairées des substances organisées; et si l'analogie ne vient pas au secours de l'observation, l'on sera porté à prononcer que l'animal est aveugle, parce que nous n'en distinguons pas les yeux.

1687. Mais il faut que ce soit l'analogie de position qui en indique la place à l'anatomie, et toutes les expériences destinées à la découvrir, par l'analogie des fonctions, ne seraient propres qu'à amener des résultats illusoires. C'est ainsi que Gaspard publia, il y a plusieurs années, dans le *Journal de Physiologie* de Magendie, des expériences qui avaient l'air d'être concluantes, et desquelles il serait résulté que les colimaçons sont dépourvus de l'organe de la vue, ou au moins que ces deux longues antennes, que la poésie a désignées sous le nom des deux longs télescopes du mollusque, n'étaient rien moins que les yeux de l'animal. L'auteur se fondait principalement sur ce qu'à l'approche des corps étrangers, ces deux organes restaient immobiles, et ne se repliaient dans leur fourreau que par le contact. L'auteur confondait ici le sentiment de la vision avec celui de la prévoyance, en concluant

que l'animal manquait du premier, parce qu'il ne poussait pas assez loin la perfection du second, pour deviner le piége, et découvrir la main hostile qui se cachait derrière l'obstacle. La dissection au contraire constate que l'extrémité de ces deux grandes antennes rétractiles s'enfle en un globe, qui porte en avant une *cornée transparente*, qui renferme un fort joli petit *cristallin*, et en arrière une *humeur vitrée* assez abondante, le tout protégé par une *choroïde* qui s'étend, comme un fourreau, jusqu'à l'insertion de l'antenne, et accompagne le nerf optique presque jusqu'à son origine; en sorte qu'ici la rétine, qui tapisse le fond de l'œil des mammifères, se trouve rangée sur les côtés et n'est nulle part en face de l'image. Tous les mollusques possèdent le même organe de la vision, et sur les gros céphalopodes il a un volume considérable; mais il est sessile. Chez les crustacés proprement dits, l'œil est pédiculé comme chez les mollusques, mais le pédicule en est osseux et crustacé, comme toutes les enveloppes du corps de ces animaux.

B. Étude chimique des diverses pièces qui rentrent dans la structure de l'œil des mammifères.

1688. La manière dont nous avons conçu la structure de l'œil, amène déjà à penser que la différence qui caractérise les divers emboîtements, que l'anatomie désigne sous tout autant de noms distincts, n'existe que dans le plus ou moins d'intensité du même caractère chimique; et c'est ce qui explique le vague, dans lequel est tombée la chimie de l'ancienne méthode, quand elle a voulu se rendre compte théoriquement des résultats de l'analyse. Celui qui aurait découvert la constitution chimique d'un nerf, serait dans le cas d'expliquer *à priori* en quoi diffèrent entre elles les diverses couches non vasculaires, que le scalpel parvient à isoler dans l'anatomie de l'œil. Mais nous sommes loin encore de voir réaliser cette hypothèse; et je pose en fait que sans le secours de l'anato-

mie, il serait impossible à la chimie de distinguer la substance nerveuse, à des caractères précis; celle-ci ne donne l'analyse d'un nerf, que lorsque l'anatomie lui a appris que c'est un nerf qu'elle analyse.

1689. Sclérotique. — Laissez macérer quelques jours le globe de l'œil dans l'eau, il gonflera, conservera sa dureté et sa résistance, il ne s'affaissera pas sur lui-même, comme lorsqu'on l'abandonne à l'évaporation de ses sucs. La macération ainsi prolongée permet de dépouiller la sclérotique de toutes les membranes qui adhéraient à sa paroi interne, et de l'obtenir à l'état de pureté qu'elle comporte; il suffit alors d'éventrer dans l'eau le globe de l'œil, pour le vider, non seulement de l'humeur aqueuse, du cristallin et de l'humeur vitrée, mais encore de la choroïde, des procès ciliaires et de l'*iris*. On constate de la sorte que cette enveloppe forme un tout continu avec la cornée transparente (*cn*), et une grande vésicule absolument imperforée. La figure 15, pl. 4, en offre une moitié obtenue par une section verticale; les parois n'offrent plus que les traces de l'adhérence des bords de l'iris (*ir*), et des procès ciliaires (*pr*). Cette enveloppe est cartilagineuse, consistante, épaisse de 2 $\frac{2}{3}$ de millim. et sur la *cornée transparente* de 2 millimètres seulement. Par la dessiccation spontanée à la température ordinaire, elle prend l'aspect de toute substance nerveuse desséchée, et celle d'une substance cornée de mince épaisseur. Elle ne se racornit pas, elle ne s'affaisse pas, et conserve sa forme sphérique; elle perd sa primitive blancheur et devient brunâtre et opaque, mais sa cornée transparente transmet les rayons lumineux à la manière de la gélatine. La macération au contraire augmente la blancheur de la sclérotique et diminue de plus en plus la diaphanéité de la cornée transparente, surtout si la cornée transparente a été détachée de la sclérotique, ou intéressée dans la solution de continuité; phénomène dont on se rendra facilement compte, par tout

ce que nous avons développé, sur les phénomènes de réfrangibilité qu'offrent les substances organisées (575). En effet la diaphanéité de cet ordre de substances provenant de l'analogie qui existe, sous le rapport de leur *indice* de réfraction (366), entre la paroi des cellules qui forment la trame de leur tissu, et les liquides qui rendent ces cellules turgescentes, dès que ces liquides s'étendront d'eau, il s'établira une différence de pouvoir réfringent entre eux et la paroi qui les enveloppe, et les rayons lumineux seront déviés de leur route, en passant alternativement des parois dans les liquides et des liquides dans les parois; l'organe deviendra laiteux, de diaphane qu'il était, et il sera tout-à-fait opaque, quand ses liquides propres auront été entièrement remplacés par l'eau ambiante qui se sera infiltrée en leur lieu.

1690. A la distillation sèche et humide, la sclérotique se comporte comme tous les tissus nerveux; elle répand la même odeur, fournit les mêmes produits. L'ébullition prolongée la transforme en colle, surtout si l'eau est aiguisée d'acide acétique. L'acide hydrochlorique la fait contracter à froid, la dissout à chaud en apparence, c'est-à-dire en désagrège les molécules. L'acide sulfurique la racornit et la noircit à la longue,

1691. Si la *cornée transparente* forme avec la *sclérotique* un seul et même tout, comment se fait-il que la première soit si transparente et l'autre si opaque? La théorie vésiculaire nous fournit les moyens de concilier ces deux faits en apparence contradictoires. Nous avons vu que le nerf n'est pas un cordon unique, mais un emboîtement de cordons que nous distinguons à l'œil nu, parce qu'ils sont d'assez gros calibre, mais que l'analogie, telle que nous l'avons définie (779), doit nous montrer emboîtés en nombre plus ou moins grand, dans les troncs nerveux qui se prêtent le plus à l'observation. Mais la sclérotique n'est que l'expansion de l'emboîtement cortical du nerf optique; elle n'en diffère qu'en ce que son développement a eu lieu, non en longueur,

mais sous la forme sphérique, sous la forme vésiculaire; c'est une grande cellule, avec tous les éléments qui rentrent dans la structure d'une cellule organisée, que cette cellule soit de gros calibre ou microscopique, différences relatives et dont nous diminuons l'importance, en augmentant la puissance ampliative de nos moyens de vision; or ces éléments sont la cellule sphérique et la cellule allongée, la cellule apte à engendrer dans son sein, et la cellule apte à se développer dans les interstices des autres cellules. Le nerf est, avons-nous dit (1610), une cellule de ce dernier genre, une cellule qui tend à s'allonger indéfiniment et à se reproduire par sa périphérie. Supposons qu'à la naissance de la vésicule qui doit former le globe de l'œil, il se développe une rangée de ces vésicules fibrillaires et nerveuses; celles-ci, en se développant par des dichotomies à l'infini, tapisseront nécessairement toute la capacité de la vésicule sans aucune lacune, et peut-être serviront, par ce développement même, à déterminer la forme du globe, à le modeler pour ainsi dire. Quoi qu'il en soit, arrivées à une certaine hauteur et arrêtées tout-à-coup toutes à la fois par l'influence de la lumière, à laquelle s'arrêtent tous les développements nerveux, la limite qu'elles atteindront sur la paroi d'un organe sphérique devra être tracée par une ligne circulaire qui serait la base d'un cône dont le nerf optique serait le sommet; cette surface circulaire serait la *cornée transparente*, et celle-ci serait transparente, parce que le tissu ne se composerait que de cellules de même diamètre et de même élaboration; la sclérotique serait opaque, parce qu'elle renfermerait à la fois des cellules hexagonales et des cellules interstitiales, à peu près comme un globe de verre que l'on tapisserait de fils contigus, depuis un des pôles jusqu'au cercle polaire du pôle opposé.

1692. On conçoit de la sorte que tout événement qui altérera l'homogénéité de la substance de la cornée, en altérera la transparence, et s'opposera par conséquent à la vision dis-

…acte. Une seule goutte de larme ou d'eau ordinaire suffira …ême pour produire cet effet.

1693. En résumé, la cornée transparente renferme plus de …ubstance liquide que de substance solide, plus d'albumine …on organisée que d'albumine organisée en tissu; c'est le …ontraire pour la sclérotique.

1694. La CHOROÏDE est une membrane éminemment vascu…ire; le liquide de sa circulation ne se distingue du liquide …nguin, qu'en ce que la matière colorante, le *caméléon orga…ique*, est noir chez le premier et rouge chez le second; cette …ifférence une fois éliminée, on y trouve l'albumine dissoute …t le précipité globulaire d'albumine, tous les sels enfin qu'on …rouve dans le sang; nous nous contenterons de renvoyer … ce sujet nos lecteurs à l'analyse des liquides circulatoires. …es physiologistes ont pensé que la matière noire tapissait la …horoïde, et ils l'ont désignée sous le nom de *pigmentum*; …eur erreur est provenue de ce que ce liquide s'échappant sous …a compression qu'ils exerçaient, ce phénomène, observé à …'œil nu, leur a offert une certaine analogie avec les produits …ue l'on obtient, lorsqu'on promène le tranchant du scalpel …ur une surface enduite seulement d'une matière colorante. …lais la nature n'a pas recours aux procédés des peintres en …âtiment, pour colorer les surfaces des organes; elle ne les …adigeonne pas; elle ne les enduit pas d'un vernis; elle fait …irculer la coloration dans le tissu des surfaces, et ceci est …n principe général qui ne souffre aucune exception.

1695. RÉTINE. La rétine est à la choroïde ce que la paroi …st à une couche quelconque; et sans le rôle que Descartes …a prêté à cette paroi, il est infiniment probable que les anato…mistes ne l'eussent jamais décorée d'un nom particulier. Mais …une fois que le physicien l'eut proclamée l'agent immédiat de …la vision, l'écran de la chambre obscure, le chimiste dut …ne pas rester en arrière et lui apporter le tribut d'une spé-

ciale investigation. Cependant Lassaigne est le seul qui ait cherché à s'acquitter de cette tâche, sur l'invitation de Magendie. Mais avant de procéder à cette analyse, le chimiste n'a pas songé à demander à l'anatomiste, par quel procédé on a pu venir à bout de séparer la *rétine* de la *choroïde*, à un état de pureté, dont l'analyse ne saurait se dispenser en aucune circonstance; car, pour nous, il nous serait impossible d'isoler la *rétine*, sans emporter une grande épaisseur de la *choroïde;* la rétine étant une simple surface, doit être toujours rétine d'un côté et choroïde de l'autre. Nous avons signalé plus d'un tour de force de l'ancienne méthode; mais analyser une surface c'est au-dessus de tout ce que nous aurions pu attendre de ses hardies opérations. Quoi qu'il en soit, la *rétine* occupant, dans l'acte de la vision, le haut rang que Descartes lui avait assigné, la physiologie ne pouvait se dispenser de démontrer que la rétine participait de la nature chimique des nerfs. Aussi Lassaigne a-t-il trouvé qu'elle avait exactement la même composition que la substance médullaire du cerveau, mais qu'elle renfermait à peine $\frac{1}{100}$ de graisse, dont une partie est phosphorée et ne se laisse point saponifier, tandis qu'une autre consiste en graisse saponifiable. D'après lui, la rétine contiendrait 92,90 parties d'eau, 6,25 d'albumine, et 0,85 de graisse; tandis que le nerf optique ne contiendrait que 70,36 parties d'eau, 22,07 d'albumine, et 4,40 de graisse phosphorée non saponifiable. Or, nous ne voyons pas, nous, en nous basant sur cette analyse, où se trouve l'analogie de la rétine et de la matière cérébrale; nous ne concevons pas comment, d'une surface seule, l'auteur a obtenu des quantités susceptibles d'être soumises aux procédés de la saponification; enfin, en adoptant, comme des formules, les nombres assignés par Lassaigne à la composition chimique de la rétine, rien ne serait plus aisé que de démontrer l'existence de la rétine, dans une foule de tissus cellulaires de l'adulte, et dans presque tous les tissus de l'embryon.

1696. Nous proposons un autre tour de force à l'ancienne

méthode : c'est d'analyser comparativement les surfaces de la rétine, qui présentent entre elles des différences de coloration. Car la rétine, qui est noire, immédiatement après l'insertion des procès ciliaires sur la choroïde, devient gorge de pigeon sur la zone médiane, et d'un blanc verdâtre brillant tout autour de la région que recouvre le nerf optique. Elle forme là une tache jaune chez l'homme et le singe, et une tache beaucoup plus grande, qui prend le nom de *tapis*, chez le bœuf et les animaux à pupille oblongue. Or, par la même raison que la chimie distingue la rétine de la choroïde, elle doit chercher à trouver une différence distinctive entre le *tapis* et sa large auréole noire.

1697. Iris. — L'iris étant un des deux prolongements antérieurs de la choroïde (1665), ne diffère de cette dernière membrane, sous le rapport ni de la structure ni de la composition. Il est, comme celle-ci, un tissu nerveux et musculaire, éminemment vasculaire ; ses vaisseaux sont alimentés par le même sang que ceux de la choroïde, sang noir sur la surface obscure et postérieure, sang coloré de diverses nuances, là où la lumière le pénètre et l'hématose, c'est-à-dire sur la surface antérieure de ce diaphragme. Berzélius ayant soumis à l'analyse de l'ancienne méthode ce diaphragme, n'y a vu qu'un muscle destiné à agrandir ou à rétrécir la pupille, suivant le besoin qu'on a de la lumière. Il a fondé cette opinion sur ce que, dit-il, l'iris n'est formé que de fibres réunies, qui se rendent du centre à la circonférence, et qui sont de nature fibrineuse, sur ce que l'acide acétique et la potasse caustique le réduisent d'abord en gelée, puis le dissolvent en tout autant de liquides, qui donnent des réactions parfaitement semblables à celles de la chair musculaire. Mais nous avons déjà déterminé (1659) la structure réelle des prétendues fibres que signale Berzélius ; et quant aux dissolutions de potasse et d'acide acétique, citez-nous un tissu animal qui, avec ces réactifs, ne se comporte de la même manière ?

1698. Procès ciliaires (1669). — La membrane, à laquelle les anatomistes ont donné le nom de *procès ciliaires* est un second diaphragme qui pourrait porter, avec bien plus de raison, le nom de second iris, ou iris postérieur; car il n'en diffère que par la mince épaisseur et par l'égale coloration de ses deux surfaces, qui sont toutes deux plongées dans l'ombre de l'*iris* proprement dit; sous tous les autres rapports de structure, d'origine et de composition chimique, les *procès ciliaires* ont tous les caractères de l'*iris*.

Les physiologistes attachent une grande importance à déterminer l'usage des diverses parties de l'œil, isolées, par la pensée, de toutes les autres pièces. Ils se sont demandé à quoi servaient les *procès ciliaires;* les uns ont soutenu qu'ils servaient principalement à la sécrétion de l'humeur aqueuse; d'autres qu'ils entretiennent la vie et le mouvement dans le cristallin et l'humeur vitrée; mais ces opinions ne s'appuient sur aucune expérience directe; elles ont le mérite d'être assez vagues, pour ne comporter aucun genre de réfutation. Un organe étant une unité harmonieuse, tout ce qui rentre dans sa structure contribue à en entretenir la vie et le mouvement; enlevez-en la plus petite pièce, et vous en troublez les fonctions générales, et vous le frappez quelquefois de mort.

1699. Humeur aqueuse ou humeur contenue dans les deux chambres antérieures de l'œil. — D'après Chenevix, la pesanteur spécifique de l'humeur aqueuse serait de 1,0053 chez l'homme, de 1,0038 chez le bœuf, et de 1,0090 chez la brebis. Mais comme on ne saurait expérimenter qu'après avoir mis ce liquide en contact avec l'air extérieur, et qu'on n'opère que sur des quantités minimes, il n'est pas permis d'ajouter la moindre confiance à ces différences qui se montrent ici sur la troisième décimale.

D'après Berzélius, l'humeur aqueuse se composerait de :

Chlorure de soude, avec une faible trace d'extrait alcoolique (lactate) . . .	1,15
Matière extractive soluble seulement dans l'eau	0,75
Eau	98,10
Albumine, des traces.	0,00
	100,00

La matière extractive soluble seulement dans l'eau est évidemment la même matière que l'albumine, dont le chiffre s'élèverait alors à 0,75 sur 100.

1700. Cristallin. — Le cristallin, d'abord mou et aqueux, acquiert de plus en plus, avec l'âge, une consistance plus ferme, qui, chez le vieillard, prend le caractère de la dureté; il revêt alors une couleur jaunâtre. Quand, par suite d'un accident ou d'une maladie, vient à disparaître ou à s'altérer l'homogénéité de réfraction des sucs et du tissu qui les renferme, le cristallin devient opaque en tout ou en partie; il est un obstacle à la vision; il est nécessaire de l'extraire ou de le déplacer par l'opération de la cataracte, pour que les emboîtements internes de l'*humeur vitrée* puissent en prendre la place, et que la vision se rétablisse. Dans l'embryon, il renferme du sucre, qui disparaît chez l'adulte. Encore humide, il dévie la lumière, et rend, par transmission des rayons lumineux, les images aussi nettes qu'une lentille de verre, dont il a la forme. Exposé à l'air, on le voit peu à peu perdre sa diaphanéité, par suite de l'évaporation des molécules aqueuses de sa surface; mais arrivé au point d'une complète dessiccation, il acquiert une dureté qui résiste aux instruments tranchants, et reprend sa transparence avec une coloration jaune d'or. Les acides commencent par le rendre laiteux et opaque; l'acide hydrochlorique le dissout en grande partie, et passe, en l'attaquant, par toutes les nuances qui commencent au purpurin, et finissent au bleu. L'acide nitri-

que, à l'air, le colore en beau jaune (pl. 2, fig. 20), l'exfolie en emboîtements indéfinis, l'attendrit et en réduit la substance en matière pultacée. Chacun de ces emboîtements se résout en fibres nerveuses, qui partent de l'un de ses pôles à l'autre, ce qui achève de démontrer (1607) que la structure fibrillaire et convergente qui caractérise l'organisation nerveuse se répète jusqu'au dernier, sur tous les emboîtements concentriques du globe de l'œil. Dans l'eau, le cristallin s'étend sans se décomposer, et sans offrir de traces de fermentation putride, par la dissolution de ses emboîtements externes, en sorte qu'au bout de vingt-quatre heures, il s'est formé, sur sa surface supérieure par position, une nouvelle humeur vitrée. Si on enlève celle-ci et qu'on la remplace par une nouvelle quantité d'eau, il se forme de nouveau une humeur vitrée qui provient de la dissolution d'une couche nouvelle du cristallin. Ces phénomènes s'observent bien sur le cristallin humain, mais encore mieux sur le cristallin de bœuf. L'eau bouillante enlève au cristallin sa transparence, elle en coagule l'albumine encore plus que celle-ci ne l'était par les progrès de son organisation.

Berzélius en donne l'analyse suivante :

Matière particulière, coagulable, albumineuse.	35,9
Extrait alcoolique avec sels	2,4
Extrait aqueux avec traces de sels	1,3
Membrane formant la cellule.	2,4
Eau	58,0
	100,0

D'après l'auteur, la première substance n'est point de la fibrine, parce qu'elle ne se coagule pas spontanément à l'air elle ne serait pas de l'albumine, parce que, par la chaleur dans l'eau, elle ne se coagule pas en masse, que seulement elle s'y grumèle, comme la matière colorante du sang; d'où l'auteur conclut qu'il existe la plus grande analogie entre cette substance si incolore et la substance colorante du sang

peu près comme si l'on assurait en physique, qu'il existe la us grande analogie entre le blanc et le rouge; l'ancienne éthode n'échappe jamais à des résultats de ce genre. Pour futer une pareille distinction, il suffira d'observer comparaement la coagulation du lait et celle de cette substance, et suite de battre l'albumine de l'œuf avec de l'huile et de rser le mélange dans l'eau bouillante, et au lieu de l'une de s coagulations que recherche la chimie pour reconnaître lbumine, on n'aura plus devant les yeux qu'un *grumelage*, ıx indice d'une substance *suî generis*.

1701. Toutes ces proportions réelles, ou prétendues, alors ême qu'elles se rattacheraient à des substances moins vaement désignées et moins confuses, varieront selon l'âge, individus, et surtout selon les espèces animales,

1702. Si l'on veut se donner la peine de confronter ene elles les diverses analyses que l'ancienne méthode de chiie organique nous a prodiguées, on trouvera que toutes entionnent hardiment l'existence de l'albumine, de la rine et des membranes cellulaires; et qu'elles laissent, dans vague le plus complet, les sels et ce qu'elles désignent sous nom d'extrait; or comme les différences, qui distinguent substances organisées, doivent se rencontrer quelque part, ne saurait les supposer que dans les *incertæ sedis* de l'alyse; mais alors on est forcé d'avouer que la chimie, après s analyses nombreuses, a fini par ne rien distinguer. L'anamie nous offre des caractères précis dans la position et la nfiguration de l'organe; la chimie commence par mettre s formes au pilon, et elle nous rend des extraits et des liides qui se ressemblent tous ou ne ressemblent plus à rien. nangeons de méthode, et puisque dans la nature animale ut est albumine et fibrine, unie à des sels indéterminés, porns toute notre attention sur l'étude de ces sels; car il est obable que c'est là que se trouveront les caractères distincs, les différences organiques.

1703. Humeur vitrée (1670). — L'humeur vitrée n'est qu'un cristallin plus aqueux, de même que le cristallin n'est que l'humeur vitrée condensée au contact plus immédiat de la lumière. La première est le tissu à sa première période; le second est le tissu arrivé à sa dernière phase d'organisation. L'humeur vitrée extraite de la sclérotique, dont elle occupe la plus grande partie de la capacité, s'offre comme une sphère élastique, tremblotante, qui s'affaisse sur elle-même, mais de manière que le cristallin, dans toutes les positions, occupe le centre du gâteau affaissé (pl. 4, fig. 16); elle semble imputrescible à l'air, et répand seulement une odeur légèrement cadavérique. Déposée dans l'eau, elle s'y comporte comme l'albumine de l'œuf de poule (1501); elle y perd peu à peu sa transparence; et si on agite le liquide, il devient tout-à-coup laiteux, par la même raison. Dans l'alcool, toutes les couches externes se coagulent et perdent leur transparence, et la coagulation gagne de proche en proche, à mesure que l'alcool pénètre dans les couches intérieures de ses emboîtements. Dans l'eau bouillante, le tissu crève et se contracte, il se réduit de plus en plus, et finit par n'occuper qu'un très petit volume, l'eau s'emparant de toute la portion qu'elle est en état de dissoudre ; le liquide conserve sa transparence. D'après Berzelius elle renfermerait :

Chlorure de soude (sel marin) avec un peu de matière extractiforme. . .	1,42
Substance soluble dans l'eau. . . .	0,02
Albumine.	0,16
Eau.	98,40
	100,00

Qu'est-ce que la substance soluble dans l'eau? y est-el dissoute, ou à l'état de suspension (27)? Ne serait-ce pas d l'albumine rendue soluble par le sel marin ou par un acide e faible quantité? Qu'est-ce que la matière extractiforme? tou ce que l'on voudra, excepté quelque chose de distinct de tou

reste. Du reste, cette analyse ne donne que les produits trouvés dans la solution, et ne mentionne aucunement la portion insoluble, celle qui forme la charpente de l'organe, celle dont les mailles renferment les substances liquides, et ne s'en dépouillent que par le déchirement. Mais, d'après les principes que nous avons bien des fois établis, dans le cours de cet ouvrage (1322), il est évident que l'analyse ci-dessus est loin d'avoir laissé ce tissu réduit à ses simples parois, et il doit renfermer, après les plus longs lavages, une quantité considérable de substances, que les réactifs employés par l'auteur n'ont pas même dû entamer; la consistance gélatineuse de la substance le prouve suffisamment. Or, sous le rapport de la vraie chimie, c'est-à-dire sous le rapport physiologique, la substance dont l'analyse ne s'est pas occupée est précisément la substance essentielle et d'un intérêt principal; et les deux ou trois principes que mentionne l'analyse n'en sont que de faibles accessoires et que des minimes fractions.

C. Mécanisme de la vision (*).

1704. Descartes est le premier qui ait cherché à se rendre compte de la manière, selon laquelle notre œil percevait les images des objets extérieurs. Il prit un œil de bœuf nouvellement tué, en enleva la portion de la *sclérotique* (1663), de la *choroïde* et de la *rétine* (1664), qui est diamétralement située en face de la cornée transparente (1659); il recouvrit l'ouverture par la pellicule d'un œuf, pour contenir l'humeur vitrée, sans s'opposer à la transmission des rayons lumineux. Il plaça cet œil ainsi préparé à l'ouverture du volet d'une chambre obscure, la cornée transparente en dehors et la cicatrice en dedans, et il vit alors les images des objets extérieurs se peindre sur la pellicule de l'œuf qui recouvrait l'*humeur vitrée*, mais s'y peindre d'une manière renver-

(*) *Gazette des hôpitaux*, 2 août, 17 septembre et 4 octobre 1836.

sée (pl. 4, fig. 24). D'où il conclut que les images se peignaient sur la rétine, dont la pellicule de l'œuf tenait la place, mais s'y peignaient en sens inverse de l'objet.

1705. Dès ce moment la rétine, cette simple surface de la choroïde, joua un grand rôle, le rôle de l'organe le plus important de la vision. Haller répéta l'expérience avec des yeux de jeunes chiens, de jeunes pigeons, de lapins, dont toutes les membranes de l'œil sont transparentes, et dont par conséquent il n'avait besoin de rien enlever, pour mettre le phénomène en évidence; et il vit très bien les images des objets extérieurs fortement éclairés, se peindre, d'une manière renversée, sur la surface de la sclérotique, qui est opposée à la cornée transparente. Lecat construisit un œil artificiel, dont la sclérotique et le cristallin étaient en verre, et les humeurs aqueuses et vitrées étaient représentées par de l'eau pure; et il vit les images se peindre, sur son œil artificiel, exactement de la même manière que sur les yeux naturels.

1706. En conséquence, il fut démontré que nous voyons les objets, dans une position inverse à leur position réelle, et que la rétine était l'écran, la table rase, sur laquelle les images venaient se peindre, avec leurs mille nuances et leurs mille proportions, comme sur la toile du peintre. Cette théorie dut paraître d'abord singulière, mais l'expérience était là; il fallait croire ou expliquer. On a cru pendant deux cents ans, et on a professé la théorie dans toutes les écoles, sans soupçonner la moindre méprise; et pendant ce laps de temps considérable, les explications n'ont pas manqué. — Selon Buffon, l'âme redressait, par l'habitude de la perception, les images qui se trouvent renversées dans la sensation; ce qu'il faudrait nécessairement admettre comme un fait, si le phénomène avait lieu ainsi que l'auteur l'imagine avec Descartes. Mais pourtant les aveugles de naissance, à qui l'on rend la vue par l'opération de la cataracte, voient les objets à la même place que nous, dès l'instant que le voile tombe et que la nature extérieure se révèle à eux. Comment concevoir que l'habitude

e redresser une telle erreur s'établisse avec une telle promp-
tude? Voyez combien il faut de temps pour que cet aveugle
uéri s'accoutume à juger des distances et des reliefs par le
eu des ombres! Si l'âme met tant d'empressement à corriger
ar le raisonnement une erreur de position, pourquoi tarde-
ait-elle tant à corriger une erreur de clair-obscur, erreur
'une bien moindre importance? — Berkley avait imaginé une
xplication plus ingénieuse, en avançant que, puisque d'a-
rès la théorie nous voyons tous les objets renversés, nous
evons nous voir renversés nous-mêmes, mais qu'alors rien
'est plus renversé, par cela seul que tout est renversé, objets
t spectateurs. Cette explication pourrait suffire, si, pour
uger de la position relative des corps, nous n'avions à con-
ulter que le témoignage de la vue; mais le toucher, qui sent
es objets à leur place naturelle, se trouverait de la sorte en
contradiction continuelle avec la vue; l'aveugle de naissance,
ès les premiers instants qu'il voudrait jouir de sa nouvelle
conquête, devrait se voir porter les mains en haut, quand les
eux fermés il aurait le sentiment intime qu'il les porte en
as; et le toucher lui apprendrait ainsi à chercher le bas et
haut à une place toute différente de celle que lui indique
a vue.

1707. Les physiologistes qui se sont attachés à discuter les
eux précédentes explications, en ont totalement perdu de
ue une, qui est la première en date, car elle émane de Des-
artes, et qui est la plus satisfaisante, car elle est fondée sur
ne loi de la sensation lumineuse. Quoique les images se pei-
nent sur la rétine d'une manière renversée, disait Descartes,
ous ne voyons pas pour cela les objets renversés. Car nous
e voyons les objets que dans le prolongement des rayons qui
rrivent immédiatement à notre vue (386); or, admettons
ue la flèche (*bs*, fig. 23, pl. 4), vienne se peindre sur la ré-
ne en sens inverse de sa position ($s'b'$); en vertu du principe
récédent, le point de la rétine affecté par b', transportera
écessairement ce sommet de l'image à la base (b) de l'objet

le point de la rétine affecté par (*s′*), transportera de la même façon cette base de l'image au sommet (*s*) de l'objet, et nous verrons ainsi l'objet à sa position naturelle, au moyen d'une image renversée. Mais pour cela il fallait admettre que dans une région quelconque du globe de l'œil il s'opérât un entrecroisement des rayons lumineux capable de renverser les images sur la rétine; Descartes admettait par hypothèse que cet entrecroisement s'opérait dans et par le pouvoir réfringent du cristallin (*cn*, fig. 23), en sorte que là, le cône lumineux venu du sommet de l'objet (*s*) était dévié vers la base de la rétine (*s′*), et le cône lumineux venu de la base (*b*) de l'objet était dévié vers le sommet (*b′*) de la rétine (*r*). Cette explication certainement eût été la seule admissible, si la théorie de la vision donnée par Descartes avait été établie sur une expérience rigoureusement interprétée. Mais la théorie en elle-même n'en aurait pas moins été impuissante à rendre raison de la perception des images; et voici les objections les moins réfutables qu'on aurait pu lui opposer.

1° Les images se peignant sur une surface concave et dont la courbure varie, selon les compressions qu'éprouve l'œil dans ses divers déplacements, ces images seraient déformées de mille et mille manières, en sorte que l'objet nous aurait semblé changer mille et mille fois de formes, selon les inclinaisons sous lesquelles nous l'aurions considéré; à peu près comme ces objets informes que nous voyons se peindre et se redresser, par la réflexion d'un miroir cylindrique, placé verticalement au-dessus d'eux. Or l'expérience démontre le contraire.

2° Si les objets, pour être vus, avaient eu besoin de se peindre sur la surface de la rétine, et que la rétine eût été à la fois le tableau et le sens, l'organe de la sensation et celui de la perception, il est évident qu'il nous serait impossible de percevoir la moindre image complète, d'avoir le sentiment de la moindre unité. Supposez en effet qu'un édifice vienne se peindre sur cette toile voyante; chaque molécule

de l'organe aura nécessairement le sentiment de la portion de l'image qui la recouvre; celle-ci aura pour sa part une fraction d'une fenêtre, celle-là la fraction d'une porte, une autre une fraction du mur, etc. Mais où sera la molécule qui, combinant toutes ces fractions ensemble, aura le sentiment de l'ensemble, la perception de l'unité? Il serait absurde d'en assigner la place quelque part sur la surface de la rétine; car autrement il faudrait supposer que la même molécule fût recouverte, comme de tout autant de couches de couleurs, de toutes les fractions qui, en s'ajoutant côte à côte et bout à bout, forment la mosaïque, pour ainsi dire, de l'image. En sorte que dans l'expérience de Descartes l'image ne se montrerait nulle part. Donc on est forcé de chercher l'organe de la vision ailleurs que sur la rétine; la rétine, dans l'hypothèse cartésienne, ne saurait faire l'office que d'une toile, que d'un miroir; mais un miroir réfléchit et ne perçoit pas.

5° Cherchons donc ailleurs, dans le globe de l'œil, le point qui serait appelé à percevoir cette image. La rétine n'étant que la surface de la choroïde qui est opaque et épaisse, ce point voyant ne saurait se trouver dans l'épaisseur ou sur la paroi postérieure de celle-ci. La rétine, étant la paroi d'une concavité, ne saurait être assimilée, sous le rapport de la réflexion des images, qu'à un miroir concave; or, le foyer d'un tel miroir concave ne saurait se trouver que sur l'axe de l'œil qui passe par le centre de la pupille et aboutit au nerf optique; mais il faudrait alors que ce foyer fût réduit à un point presque imperceptible, pour qu'il ne formât pas obstacle aux rayons incidents qui arrivent de la pupille sur la surface de la rétine; or comme les rayons incidents arrivent sous différents angles, et que la rétine se tapisserait d'images de divers foyers, il s'ensuit que les foyers deviendraient si nombreux, qu'ils formeraient une espèce de diaphragme, lequel arrêterait au passage les rayons lumineux; en sorte que l'œil

serait organisé de telle sorte, que nous ne saurions rien voir de distinct et de durable (*).

4° Ensuite si la vision n'a lieu que par un point où convergent les rayons lumineux, et si le mécanisme en est analogue aux lois de l'optique, telles que nous les constatons avec nos appareils de réfraction et de réflexion, pourquoi la nature, qui complique si peu ses procédés, aurait-elle eu recours à la catoptrique, quand, avec la dioptrique, elle aurait pu obtenir un résultat si net et si prompt? Pourquoi recourir à la réflexion des images, avec un appareil construit pour la réfraction? pourquoi un miroir concave appliqué sur une lentille, quand la lentille peut suffire à la vision? pourquoi placer le foyer sur le milieu de l'axe de la vision, quand il pourrait l'être avec tant d'avantage au foyer ordinaire d'une lentille sphérique, et en dehors ou sur les limites de sa substance?

5° Chez les oiseaux de haut vol, dont la vue porte si loin, et par conséquent dont l'organe de la vision doit être d'une structure si perfectionnée, la rétine est plissée de telle manière que les plis font une saillie de plusieurs lignes dans la substance de l'*humeur vitrée*, qui se moule sur eux et prend leur contre-empreinte. Desmoulins et Magendie avaient avancé que ces plis sont dans le cas de donner à l'oiseau la faculté de voir distinctement de loin et de près; mais nous ne savons en vérité pas sur quel principe d'optique ils avaient

(*) *Dell'Acqua*, de Pavie, *Annal. univers. di medic.* de Milan, mars 1834, avait admis l'opinion que nous voyons les objets à leur position, en considérant la rétine comme un miroir concave. Car, disait-il, puisque par l'expérience de la chambre obscure, et en pratiquant l'ouverture artificielle sur la voûte supérieure de la sclérotique, les images nous paraissent renversées, c'est une preuve qu'elles sont droites sur la rétine qui est concave. Cet auteur est celui qui s'est rapproché le plus de la vérité que nous allons démontrer; mais il n'est pas arrivé à la solution, parce qu'il a pris pour point de départ, et comme incontestable, l'hypothèse de Descartes, sur le rôle imaginaire de la rétine.

établi l'existence de cette cause finale; car tous les principes de la catoptrique démontrent que la moindre éraillure du miroir suffit pour altérer la pureté de l'image, et que, par conséquent, avec un miroir travaillé par des ondulations, toute espèce de vision serait impossible. Mais ces oiseaux voient mieux que tous les autres; donc ce n'est pas avec leur rétine qu'ils perçoivent les images.

6° Enfin si la rétine était le miroir et en même temps le *sensorium* de l'image; si elle en avait la conscience en même temps que l'impression; par son analogie avec les miroirs concaves, elle devrait percevoir à la fois une foule incalculable d'images du même objet; car, par suite du rayonnement des points lumineux, le même objet enverra des images sur toute la surface du miroir qui est susceptible d'être éclairée par la pupille; nous serions *multiplopes*, si je puis m'exprimer ainsi, et un seul objet nous ferait voir une forêt d'objets semblables.

1708. En résumé, le mensonge que Descartes prêtait à la nature est inadmissible; la nature ne procède en rien avec de semblables caprices; elle ne prend pas plaisir à nous persuader que nous voyons blanc, quand elle nous fait voir noir, et que nous voyons en bas ce qu'elle nous montre en haut. En cette circonstance, ce n'est pas la nature qui a menti, c'est l'expérience qui a été faussement interprétée par Descartes et par tous ceux qui l'ont répétée après lui.

1709. En effet, Descartes place l'œil préparé comme ci-dessus (1704) au volet d'une chambre obscure, et en face d'une chandelle allumée; il l'observe dans l'intérieur de la chambre obscure, ET A DISTANCE, et il voit la chandelle se peindre à la place de la rétine, mais la flamme en bas et le corps en haut. Le fait est positif, et il se présente de la même manière, sans que l'œil ait été entouré de tant de précautions, et alors même que l'*humeur vitrée* fait une certaine hernie, et que l'organe est tassé et affaissé sur lui-même. Mais l'erreur est tout entière dans la conséquence que la physiolo-

gie a déduite de l'expérience; on a conclu, en effet, que ce qu'on voyait à distance, la rétine le voyait de la même façon; on a perdu de vue qu'en fait d'optique tout change avec les distances, que la distance est la donnée principale de tout problème d'optique; et il n'est venu dans l'esprit d'aucun observateur de se rapprocher de l'œil qui sert à l'expérience, de manière à substituer son œil propre à la rétine de l'œil préparé, et de se placer pour regarder les objets extérieurs, au même point où se trouve placé l'organe que l'on suppose être le miroir et le foyer de la vue distincte. Si cette idée si simple et si naturelle s'était présentée à Descartes, il est certain que la science n'aurait pas enregistré un seul instant la théorie qui, pendant deux cents ans, a soulevé tant d'inutiles discussions; et la rétine, cette couche indéterminable de la choroïde, aurait reçu à peine un nom distinct.

1710. Car le globe de l'œil, dans cette expérience, fait l'office d'une lentille biconvexe (402) ou irrégulièrement sphérique, d'une sphère aplatie par les deux pôles. Or, placez une lentille biconvexe au volet d'une chambre obscure, en face d'une chandelle ou d'un objet fortement éclairé, en vous tenant, pour en recevoir l'image, à la distance où se sont constamment tenus les observateurs; vous verrez la chandelle se peindre renversée sur la surface postérieure de la lentille; mais approchez votre œil de cette surface; placez votre œil au foyer de cette lentille, et vous verrez l'objet, grossi à la vérité, mais dans sa position naturelle, si l'objet se trouve à la distance focale de la lentille; et avec une loupe ordinaire (425) de quelques pouces de foyer, chacun pourra se donner le plaisir de cette réfutation de la théorie, réfutation que les premières notions d'optique indiquaient assez haut. Eh bien! si l'observateur, au lieu de se placer à la distance (*d*, pl. 4, fig. 24), pour observer l'image du trait éclairé (*f*), par la transmission des rayons lumineux à travers le globe de l'œil de bœuf, avait placé sa propre cornée transparente contre la surface de l'humeur vitrée, et au

oint indéterminé que l'on peut supposer être le foyer de cette lentille organisée, c'est-à-dire en (*d'*); l'observateur aurait vu la flèche éclairée (*f*); à la position qu'elle occupe en dehors, et plus ou moins grossie, selon l'affaissement du globe de l'œil; car nous avons suffisamment établi (437) plus haut qu'au-delà du foyer d'une lentille les images sont renversées.

1711. Il est donc évident que nous percevons les images des corps à travers nos yeux, par le même mécanisme que nous percevons les images à travers une lentille de verre, c'est-à-dire par la convergence des rayons réfractés vers un foyer commun, foyer qui est un point *percevant*, un point pour ainsi dire mathématique, lequel n'est que l'intersection d'un nombre indéfini de lignes à la fois. Tout ce que nous voyons, nous ne le voyons que par un point; ce point est la conscience de la perception; mais nous ne saurions avoir le sentiment de l'unité de cette manière, que par suite d'une convergence; tout mécanisme qui s'exécute par divergence rendrait impossible toute espèce de perception (*).

1712. NOUS VOYONS DONC LES OBJETS DANS LEUR POSITION NATURELLE; L'OPINION CONTRAIRE ÉTAIT FONDÉE SUR UNE ERREUR D'OBSERVATION. LES IMAGES DES OBJETS NE SE PEIGNENT PAS, ELLES SE PERÇOIVENT; LA RÉTINE N'EST PAS UN MIROIR, MAIS UNE PAROI AMBIANTE; L'ORGANE PERCEVANT DOIT SE TROUVER AU FOYER DU SYSTÈME LENTICULAIRE, DONT L'ŒIL

(*) Lorsque, pour répéter ces expériences, on se servira de l'œil de bœuf, il sera bon d'enlever la cornée transparente; car elle devient promptement opaque, ou bien s'altère d'une manière nuisible à la vision distincte; on pourra s'en servir, par cette préparation, comme d'une lentille de verre. Avec l'œil de lapin, on n'aura pas besoin de cette précaution, si on l'emploie fraîchement détaché de son nerf optique. Mais dans tous les cas, on sera obligé de rapprocher les objets de très près. Enfin, la vision sera infiniment plus distincte encore, si l'on loge l'*humeur vitrée* et son *cristallin* dans un petit ballon de verre qui simule les parois de la sclérotique; les objets apparaîtront alors comme à travers une lentille de la plus belle limpidité.

EST FORMÉ ; C'EST ASSEZ ÉTABLIR QU'IL DOIT SE TROUVER A LA HAUTEUR DU NERF OPTIQUE, OU SUR L'AXE QUI TRAVERSE LA CORNÉE ET LA PUPILLE.

1713. L'œil fonctionnant en vertu des mêmes lois que nos instruments d'optique, poursuivons l'analogie, et cherchons à découvrir avec lequel de ces instruments sa structure offre le plus d'analogie. Dans la théorie de Descartes il eût été un instrument de catoptrique; dans son expérience, il se fût comporté comme un microscope composé (445) qui renverse les images, et les agrandit en raison de la distance à laquelle se place l'observateur. Nous venons de ramener le globe de l'œil au type d'un simple système de lentilles, au type du microscope simple (429). Et sous ce raport, le globe de l'œil est admirablement bien fourni de tous les appareils, qui sont dans le cas de concourir à donner une vision nette et distincte, sans aucune espèce d'aberration de sphéricité ou de réfrangibilité (404). Les milieux de diverse densité y sont associés comme dans un système de lentilles achromatiques (405); et tout ce système est protégé par des parois et des diaphragmes tels et en tel nombre, que pas un rayon lumineux ne saurait pénétrer dans l'intérieur de ce globe, qui ne profite à la vision, ou qui ne soit arrêté ou absorbé, s'il est inutile ou nuisible à cet acte.

1714. La cornée transparente (pl. 4, fig. 24, *cn*) forme avec l'humeur aqueuse, qui en remplit la capacité, une lentille plano-convexe, dont la convexité serait tournée en dehors. Elle admet tous les rayons émanés de la calotte de la sphère qui est placée en face d'elle; elle les réfracte tous sans exception aucune ; mais sur sa surface plane s'étend un diaphragme, qui réfléchit au dehors les rayons, dont la réfraction serait nuisible à la vision distincte, et ne laisse passer, à travers l'ouverture centrale, que les rayons qui convergent au foyer commun. Ce diaphragme est l'*iris* (*ir*), et son ouverture est la pupille (*pp*). Les rayons réfléchis par l'*iris* épouvent, en sortant de la cornée transparente, une

nouvelle réfraction, de sorte que la couleur de l'iris d'un œil vivant, nous paraît changeante, selon que nous l'observons d'un point de vue ou d'un autre, et prend ainsi les mille et fugitives nuances, que nous avons désignées, dans le langage ordinaire, sous le nom de *gorge de pigeon*, et dans la nomenclature de l'optique, sous le nom *d'irisations*.

1715. Un second diaphragme plus ouvert que le premier limite la surface postérieure de la deuxième chambre, qui peut être considérée comme une lentille de mince épaisseur, plane par devant et concave postérieurement. Ce second diaphragme est destiné à intercepter les rayons lumineux, que la réfraction opérée par cette seconde lentille aurait fait diverger sous un angle trop ouvert, pour pouvoir être réfractés, d'une manière utile à la vision, par la troisième lentille qui est le cristallin (*cr*); ce second diaphragme forme les *procès ciliaires* (*).

1716. Le CRISTALLIN (*cr*) et L'HUMEUR VITRÉE (*hv*); emboîtements concentriques de lentilles biconvexes, beaucoup plus épaisses sur leur calotte postérieure que sur la calotte antérieure, forment un système d'achromatisme, dont l'art un jour devrait tâcher de reproduire le mécanisme et l'artifice. Car il nous semble que cette disposition d'emboîtements est éminemment propre à faire converger vers le même foyer, tous les rayons qui arrivent parallèlement sur la surface antérieure du cristallin.

1717. Si le *cristallin* avait joué le rôle que lui a prêté Descartes, et qu'il eût été destiné à faire croiser les rayons lu-

(*) Les *procès ciliaires* se dédoublent, comme pour recevoir le cristallin dans une rainure. Chez l'homme, la rainure en est peu apparente, et le dédoublement postérieur acquiert fort peu de développement. Il n'en est pas de même chez les oiseaux, derrière le cristallin desquels ce dédoublement s'étend, comme une nouvelle couche de procès ciliaires, que l'on désigne sous le nom de *peigne*, et qui forme ainsi un troisième diaphragme, un troisième voile protecteur d'une vision qui, chez l'aigle, peut de la sorte fixer impunément le soleil.

mineaux qui émanent des objets, il s'en serait suivi qu'après l'opération de la cataracte, qui enlève ou déplace le cristallin, la vision eût été, par ce seul coup, anéantie; et pourtant on recouvre la vue immédiatement après l'opération.

1718. Quant aux rayons lumineux qui, malgré toutes ces précautions de la nature, viendraient à diverger, et à dévier de la ligne normale tracée par la réfraction visuelle, ils vont s'annihiler et se perdre dans les parois de la *choroïde*, dont la couleur noire a la propriété d'absorber les rayons lumineux. Ces parois jouent le rôle des parois noircies des tubes de nos microscopes (449), comme l'*iris* et les *procès ciliaires* de notre œil jouent le rôle des diaphragmes, que l'artiste a grand soin de placer au foyer de chaque lentille de nos microscopes (448).

1719. La nature a poussé plus loin encore la précaution de l'absorption des rayons lumineux inutiles, en moulant la capacité de la sclérotique (*sc*) sur une sphère, et non sur un cylindre. Car, avec cette forme, si la rétine venait à faire l'office d'un miroir, à réfléchir les rayons au lieu de les absorber, elle agirait d'après les lois relatives aux miroirs concaves; et le foyer de la réflexion spéculaire serait si peu éloigné des parois, qu'aucun rayon n'échapperait pour arriver jusqu'à l'axe de la vision distincte.

1720. Si c'est par un point que nous voyons les corps, si le sens de la vue se trouve au sommet de l'angle de convergence des rayons lumineux, comme, pour voir les images grossies par une lentille de verre, notre œil se place à l'angle de convergence des rayons réfractés (397), il est évident que ce point voyant ne doit pas être invariable. Car les rayons émanés des corps étant forcés de passer tous par la même ouverture, par celle de la pupille, pour venir se réfracter dans les milieux qui remplissent le globe de l'œil, il est évident que le foyer doit changer de place avec la distance des objets, que les rayons émanés du trait (*f*, fig. 24, pl. 4), par exemple, convergeront en (*d''*) et plus près du cristallin que les

rayons émanés du trait (f'), lesquels viendront converger en (d'). Et c'est précisément de cette manière que nous pourrons évaluer les rapports de grandeur et de distance : nous jugerons qu'un objet est plus proche de nous, quand le foyer de son image se trouvera sur un point de l'axe visuel (ax), plus rapproché du cristallin ; et que l'objet sera d'autant plus éloigné que le foyer de son image se trouvera sur un point de l'axe visuel plus proche de la rétine ; l'axe visuel sera ainsi une espèce de mètre rapporteur, qui nous permettra de mesurer l'espace et de diviser les distances en fractions de quelque dénominateur que ce soit. Par la même raison, nous jugerons, avec la rapidité de l'éclair, des rapports de grandeur entre les objets qui frapperont à la fois notre vue ; car nous ne pourrions avoir le sentiment des distances qui séparent les divers foyers visuels, sans avoir en même temps le sentiment de l'ouverture de l'angle visuel de chaque objet ; et c'est par ces diverses ouvertures des angles que nous jugerons des grandeurs des objets, exactement comme nous établissons de pareils jugements en observant au microscope. Plus les objets seront éloignés ou de petit calibre, et moins l'image en sera distincte ; car dans ce cas l'angle visuel se confondra de plus en plus avec l'axe, avec une droite unique ; or nous ne pouvons juger des grandeurs que par l'ouverture d'un angle ; et nous ne pouvons mesurer des angles dont les côtés sont trop rapprochés ; nous les mesurons enfin, comme par le procédé de la planchette des *arpenteurs*, et la planchette ne donnerait plus d'indication utile, si elle était réduite à un angle de 2° ou 3°. Il est probable encore que la consistance de la couche optique, où convergeront les rayons émanés des corps extérieurs, contribuera éminemment à donner à l'image une plus ou moins grande netteté de contour ; ainsi, sur les couches les plus denses, l'image offre plus de précision et de vivacité que sur les couches les plus molles ; or, plus on s'éloigne du cristallin, et plus les couches de l'humeur vitrée acquièrent de mollesse, et c'est précisément sur celle-là que viennent

converger les rayons émanés des objets les plus éloignés de nous, ou de la plus petite dimension. Dans cette hypothèse, les emboîtements du cristallin et de l'humeur vitrée serviraient à jalonner les distances, et chacun d'eux aurait le *sensorium* de l'image, et la conscience des rapports de grandeur de l'objet.

1721. Je doute qu'il se présente un seul phénomène de la vision, qui ne s'explique avec la plus grande facilité, d'après cette théorie, et il ne sera pas inutile d'en donner quelques exemples, quoique nous ayons l'intention de revenir sur ce sujet, à la suite des considérations générales qui trouveront leur place dans le troisième volume de cet ouvrage.

1722. La vision s'opérant dans la substance de l'humeur vitrée, d'après le mécanisme de nos verres grossissants, c'est-à-dire par un point où convergent les rayons émanés de l'objet, et qui est le foyer de la réfraction générale, l'ouverture de la pupille devient pour nous un vrai cercle rapporteur; elle nous sert à juger de la forme des images qui s'y inscrivent, et à en mesurer les angles, pour ainsi dire, par la graduation de l'iris et des procès ciliaires. La conscience que nous avons de la symétrie, nous fait subitement découvrir à quel arc de ce grand cercle correspond chaque côté de l'image; et nous constatons ainsi, avec la rapidité de l'inspiration et de la pensée, si le périmètre de l'objet est un carré parfait, un triangle équilatéral ou autre, un parallélogramme, un polygone, de quelque nombre de côtés que ce soit; et quand ce polygone a des côtés si minimes que nous ne saurions en aucune manière les distinguer de l'arc qu'ils soutendent, le polygone se confond avec le contour de notre pupille; c'est un cercle. C'est sur cet espace ouvert, comme sur l'écran de la chambre obscure, que notre perception voit se dessiner le paysage, et embrasse dans ce petit champ visuel l'horizon le plus vaste. La perception est au sommet d'un cône, dont la pupille serait la base; elle est au fond d'une

hambre obscure (551), dont la pupille est en même temps e diaphragme et le *cercle rapporteur.*

1723. Non seulement nous jugeons de la configuration géérale des corps, mais encore nous mesurons de la sorte resque rigoureusement l'ouverture d'un angle isolé. L'expéience suivante le démontre. Considérez un objet plane terminé par des lignes droites, un tableau par exemple; pour le oir en entier, il faudra nécessairement que tous les angles ouchent le cercle de la pupille, par tous les points qui corespondent à leur position dans l'image. Mais lorsque vous oudrez déterminer l'ouverture d'un des angles de cette fiure, vous amènerez votre pupille à n'avoir que l'image de et angle, et avec un peu d'attention vous vous convaincrez ue pour arriver à ce résultat, vous avez disposé votre œil de elle sorte, que le sommet de l'angle occupe le centre de la upille, exactement comme nous mesurons l'ouverture d'un ngle avec le goniomètre; nous jugeons de cette manière si angle est un angle droit, obtus, ou aigu, selon qu'il comrend un quart, plus d'un quart, ou moins d'un quart de la irconférence de la pupille, dans son ouverture.

1724. Quant aux dimensions des corps, nous en jugeons ar le jeu du clair et des ombres, dont l'habitude du toucher ous a, dès notre enfance, donné la clef.

1725. Nos deux yeux voient à la fois la même image, mais ous n'avons qu'une seule perception, parce que les deux anles visuels rapportent l'image à la même position par rapport tous les autres objets environnants, que les deux images se uperposent pour ainsi dire, et que nos deux visions ne sont ès lors que la contre-épreuve l'une de l'autre. Aussi nos yeux ans l'état normal se meuvent-ils parallèlement dans l'orbite, our venir se placer au même point de vue; mais si nous déangeons ce parallélisme, si nous nous efforçons de regarder n louchant, ou si nous appuyons le doigt sur un œil, l'autre e mouvant spontanément dans l'orbite, alors nous voyons eux images du même objet, qui se superposent ou s'écar-

tent plus ou moins ; selon l'énergie de la violence que nous exerçons sur l'un des deux. Car alors l'un de nos deux yeux se trouve plus distant que l'autre, de l'objet que nous avons intention de voir, et la distance diminue les proportions d'un corps; dans ce cas, nous aurons la perception d'une image grande et d'une image petite du même objet, et ces deux images se superposeront l'une à l'autre ; les deux images sont égales, mais superposées, quand les deux yeux se trouvant à égale distance de l'objet, en reçoivent les rayons lumineux selon deux incidences différentes. Les louches de naissance sont habitués à ne voir qu'une seule image; mais leur regard n'est jamais fixe, comme le nôtre ; il est hésitant, indécis, mal assuré. Méfiez-vous du jugement d'un homme qui louche; car le jugement n'est que l'expression des rapports transmis par les sens ; et deux yeux qui convergent ou divergent trop ne sauraient jamais donner des rapports exactement vrais. Il faut qu'un homme qui louche ait du génie, pour qu'il ait le sens commun. Dans tous les cas, et toutes choses égales d'ailleurs, je préfèrerais un borgne; celui-ci est convaincu que quelque chose lui manque pour tout voir, l'autre est le seul à ignorer qu'il regarde de travers ; le borgne cherche, en regardant à plusieurs reprises, à suppléer à la contre-épreuve qui lui manque pour bien voir la première fois ; l'autre pense que parce qu'il a deux yeux comme nous, il lui est permis de prononcer aussi vite que nous ; enfin, l'un sait douter, et l'autre tranche.

1726. Tout état pathologique qui, par un effort musculaire, ramènera le globe de l'un des deux yeux au fond ou au dehors de l'orbite, produira la double vision du même objet, c'est-à-dire la *diplopie*, parce qu'elle placera de la sorte l'objet à deux distances différentes de la vision.

1727. Tout état pathologique qui bossèlerait l'une ou l'autre des pièces qui concourent à la réfraction visuelle, multiplierait les images du même objet, en offrant au même plan tout autant de lentilles convergentes, et en réfractant la

même image en tout autant de foyers distincts qui viendraient affecter la couche percevante de l'humeur vitrée. Un seul homme pourrait paraître de la sorte toute une armée au pauvre malade.

1728. L'orfraie (*aquila ossifraga*), oiseau qui, appartenant au groupe des aigles et vautours, est un de ceux qui jouissent de la meilleure vue, possède au centre de la membrane qui est tendue sur la pupille (1668) une tache opaque, une espèce de taie, qui empêche les rayons lumineux de traverser l'axe du cristallin. Aristote, pensant que cette tache indiquait une lésion de la vue, avait placé l'orfraie à côté des chouettes. Aldrovande fit observer que cet inconvénient était compensé par la grande transparence de la partie circulaire de la pupille qui entoure cette tache : et Buffon, qui vérifia le fait, fut porté à croire que, par l'effet de cette taie, l'orfraie probablement n'avait pas la vue aussi nette ni aussi perçante que les aigles, quoiqu'il ne l'ait pas offusquée comme les chouettes. Cette conséquence est une erreur, qu'il est facile de rectifier par l'expérience directe, alors même que la nouvelle théorie ne nous fournirait pas les moyens de donner une raison suffisante du phénomène. Si nous voyons d'autant mieux les objets que l'angle visuel a plus d'ouverture, il s'ensuit que plus l'ouverture de l'angle se rapprochera de l'axe, moins l'objet sera distinct pour nous; en sorte que, dans beaucoup de cas, la portion centrale de la pupille pourrait être voilée, sans que la vision en souffrît le moindre inconvénient, puisque ce voile ne recouvrirait que la portion du cercle par où la vision ne s'exerce pas. En effet, approchez une épingle de l'œil, de manière que la tête vienne s'appliquer presque sur le centre de la cornée transparente, et partant sur l'axe qui traverse la pupille et le cristallin, et vous n'en continuerez pas moins à voir les objets extérieurs, comme si vous n'aviez rien interposé entre eux et votre vue; la tête d'épingle ne formera pas la moindre obstacle, ni l'ombre la plus petite, et ne donnera pas le moindre signe de sa pré-

sence. Or, cette tête d'épingle représente là évidemment la taie de l'œil des orfraies. Seulement on remarquera alors que la pupille se dilate davantage pour voir, afin de récupérer par le diamètre le nombre des cercles concentriques de la vision, dont la présence de la tête d'épingle la prive. Et c'est peut-être ce qui contribue à ce que l'orfraie voit encore mieux la nuit que le jour, cette taie tendant à tenir la pupille dans un tel état de dilatation, qui convient mieux à la vision dans l'ombre qu'à la lumière.

1729. C'est un fait généralement reconnu que notre pupille se contracte et se rétrécit à une vive lumière, et se dilate dans l'obscurité. Dans le premier cas, celle de l'homme a quelquefois moins de 3 millimètres de diamètre; dans le second, elle dépasse souvent 5 millimètres. Chez les animaux qui poursuivent leur proie la nuit, comme les chats, la pupille est susceptible d'acquérir une ouverture extraordinaire. L'iris (1665) est le diaphragme musculaire, dont la contractilité contribue à produire ce rétrécissement ou cette dilatation. Mais ce à quoi l'on n'a pas fait la moindre attention, c'est que la dilatation suit, pour ainsi dire, la gamme des couleurs. Avec la même intensité de lumière, la pupille se rétrécit ou se dilate selon les couleurs. Pour procéder avec méthode dans l'étude de ce phénomène, il est bon d'avoir des tableaux en papier, peints chacun d'une seule des couleurs primitives, et de les placer de manière que l'œil ne puisse en fixer qu'un à la fois; on mesurera à chaque observation la pupille de l'observateur. On trouvera alors que le rétrécissement le plus grand correspond au tableau du blanc le plus pur et frappé de la lumière la plus vive; que la pupille commence à se dilater au gris; qu'elle se dilate de nouveau au jaune, puis au vert, puis au bleu, puis à l'orange; enfin que sa plus grande dilatation correspond au rouge le plus intense. Or combinons les résultats de cette expérience, avec la manière dont nous avons conçu l'organisation de l'œil. Nous avons établi que la vision s'opérait par un cône, dont la pupille forme la base, et

dont la perception occupe le sommet. Nous avons reconnu, par la dissection, que l'*humeur vitrée* et le *cristallin* formaient une seule et même unité composée d'emboîtements non concentriques. Le cône lumineux d'où résulte l'image, pour la perception, comprendra nécessairement un nombre d'autant plus grand de ces emboîtements, que la pupille qui en limite la base sera plus dilatée. Mais l'expérience nous apprend que chaque degré de sa dilatation correspond à une couleur du prisme. N'est-il pas permis d'admettre que chaque emboîtement est l'organe d'une coloration spéciale ; que chacun d'eux est apte à percevoir une nuance ; et que, pour que l'image d'un objet se colore d'une telle plutôt que d'une telle autre manière, il faut que le cône visuel, d'où résulte la perception de la forme, passe par celui des emboîtements d'où résulte la perception de la couleur? L'expérience suivante confirme cette induction. Quand on considère une surface blanche éclairée par une vive lumière, pour avoir la perception de la blancheur, on est obligé non seulement de contracter la pupille, mais encore de rapprocher les paupières, de manière à donner au cône visuel la moindre base possible. Si nous regardions ces surfaces, la pupille dilatée, nous verrions jaune, et même rouge. Cherchez à regarder une surface jaune, en rétrécissant forcément votre pupille, et en rapprochant les paupières, de la même manière que la pupille se contracte et que les paupières se rapprochent, quand notre œil est exposé à la plus vive lumière, et vous cesserez d'avoir l'impression de la couleur jaune, vous aurez celle du blanc faiblement éclairé, c'est-à-dire du gris. Fixez une surface rouge, en clignant les yeux, vous la verrez indigo, ou violacée, ou noirâtre, mais vous n'aurez nullement l'impression de la coloration véritable ; si la contraction est encore plus forte, vous verrez, comme blanches, les surfaces éclairées de l'objet, et noires les surfaces ombrées. Il me paraît donc évident que les couleurs sont perçues par tout autant d'organes, ou plutôt par tout autant de couches du même organe, et que cha-

que nuance correspond à l'une de ces fractions concentriques. En divisant donc la pupille, à son plus grand état de dilatation, en huit zones concentriques, autour d'un point qui correspond à l'axe de l'organe, axe inutile à la vision, nous aurons les sept organes des couleurs primitives; la zone la plus externe ou la huitième donnant l'impression du rouge, la septième celle de l'orange, la sixième celle du violet, la cinquième celle de l'indigo, la quatrième celle du bleu, la troisième celle du vert, la deuxième celle du jaune, et la zone presque centrale celle du blanc. Les nuances proviendront des cercles intermédiaires entre chacune de ces zones principales, ou de ce que deux zones à la fois seront affectées par le même objet.

1730. Il est reconnu que la couleur la moins fatigante pour notre vue est la couleur verte, et que le blanc et le rouge sont les deux colorations dont nous avons le plus à souffrir; ce qui s'explique très bien par les données précédentes. En effet, le blanc exige que la pupille se contracte le plus; le rouge, que la pupille se dilate le plus; ce sont deux états forcés et extrêmes; le juste milieu des deux doit être le moins fatigant pour la vue. Or, ce juste milieu de la contraction se trouve du vert au bleu, en admettant que la pupille se divise en zones concentriques correspondant à tout autant de colorations; le vert bleu ne demande d'autre effort, de la part de l'iris, que l'effort ordinaire et habituel, qui tient la pupille dilatée, alors que notre attention ne se porte sur aucun objet spécialement.

1731. Tout le monde sait que nous n'avons pas tous le sentiment de la couleur porté au même degré d'exactitude. Il est des peintres qui voient sous ce rapport différemment qu'un autre : Jouvenet voyait en jaune, Rubens en purpurin, et c'est dans leurs tableaux leur nuance de prédilection qui domine. Ce phénomène trouve encore une explication facile à concevoir, dans la théorie précédente; il dépend de l'accroissement d'une zone coloripare aux dépens des zones voisines, de l'amplitude exagérée de l'une, quand les autres se sont trouvées réduites d'autant; ou bien encore, alors que toutes

les proportions se trouveraient normales, ce phénomène peut provenir du plus ou moins d'aptitude de la pupille, à se contracter ou à se dilater. D'où on peut conclure qu'il est possible que tous les animaux ne voient pas les couleurs comme nous; que le même objet, qui nous paraît jaune, leur paraisse bleu ou rouge; ce qu'il ne serait pas aussi aisé de vérifier que sur l'homme, qui rend sa pensée par des signes, et ses impressions propres, en les reproduisant graphiquement. Quand nous disons donc qu'un peintre voit *mal*, cela signifie qu'il ne voit pas comme tout le monde; et quand nous disons qu'il n'a pas le *sentiment de la couleur*, cela signifie que son œil n'est pas impressionné par les rayons émanés d'un objet, de la même manière que le sont les yeux du plus grand nombre. En effet, observez un paysage plein de fraîcheur à l'heure de midi dans la nature, les yeux ouverts sans effort, il vous apparaîtra inondé de lumière, chaud de ton, et vigoureux d'effet, comme les tableaux qui sortent de l'atelier de nos plus habiles paysagistes. Mais observez-le à la même heure, et en clignant un peu les yeux, vous le verrez dès lors, avec les teintes ternes et lavées, que ce paysage revêt naturellement le soir; vous en avez changé tout l'aspect, en rétrécissant l'ouverture de la pupille, la base du cône visuel, en enlevant enfin à la vision deux ou trois appareils externes de coloration. Or, il peut se trouver des organisations, dont l'œil a naturellement la conformation que vous avez donnée au vôtre, d'une manière forcée, dans l'expérience précédente.

1732. Le globe de l'œil étant un système de lentilles de différents indices de réfraction, le moindre dérangement de l'une ou l'autre pièce, en détruisant la centration de tout le système, ce point si important et si difficile à trouver et à maintenir en optique, rendra impossible la vision des objets extérieurs. Aussi suffit-il d'appuyer le doigt sur un côté du globe, pour ne plus rien voir, les paupières grandement ouvertes; car, dans ce cas, la pression exercée sur la paroi repousse le cristallin hors de sa place ordinaire, en sorte que

son axe ne se trouve plus sur l'axe général de l'œil; le cristallin est décentré; la réfraction visuelle est anéantie, on ne voit plus rien au dehors. Mais on observe en même temps que l'on voit quelque chose, une tache lumineuse qui change de dimension, mais non de forme, qui diminue ou grandit, selon que la pression exercée est plus ou moins puissante, mais qui se présente toujours avec l'aspect d'une bande demi-circulaire, ciliée et comme graduée par d'innombrables irisations (1714). Il est facile de comprendre qu'on voit en cela un des bords du cristallin même, avec l'arc correspondant de ses *procès ciliaires*. En effet, si la pression exercée a lieu du côté gauche du globe, la bande lumineuse se montre vers l'angle droit de l'œil, sa convexité tournée du côté gauche; c'est le contraire si la pression s'exerce du côté droit. La bande se montre en haut, et sa convexité tournée en bas, si la pression s'exerce sur la partie inférieure du globe de l'œil; elle se montre en bas, et la convexité tournée en haut, si la pression s'exerce sur la portion supérieure; et dans toutes ces expériences, on voit une moitié, un quart, un tiers, etc., de circonférence, selon qu'on a le courage de presser plus ou moins fort. Enfin l'œil voit alors la seule partie visible de son cristallin, c'est-à-dire ses *procès ciliaires*, qui se déplacent avec lui, et qui reproduisent, par la réfraction, le phénomène des interférences, en décomposant la lumière par les interstices de leurs vaisseaux rayonnés (1669). D'où il suit, ainsi que nous l'avons déjà exprimé, que la vision, en tout état de choses, s'opère dans l'humeur vitrée, plus ou moins près de l'adhérence du nerf optique à la sclérotique.

1733. L'œil voit donc non seulement au dehors, mais encore au dedans de son globe; il est affecté par la lumière, qu'elle lui arrive de l'extérieur ou de l'intérieur de l'organe. Or les diverses parties de l'œil peuvent devenir lumineuses, soit dans un cas d'inflammation ou de fièvre, soit instantanément, sous l'influence d'une grande commotion, d'un coup porté sur le globe. On sait, en effet, que l'air comprimé dans

une capacité à parois épaisses et résistantes devient subitement lumineux; or l'air circule dans le réseau lymphatique et sanguin des diverses pièces de notre œil, et rien n'est plus résistant, dans l'organisation humaine, que la sclérotique; un coup porté sur l'œil doit donc rendre lumineuse la quantité d'air qui est disséminée dans sa capacité; et il ne faut pas que le coup soit bien grave pour réaliser ce phénomène; ce que le peuple a traduit avec la poésie de son langage, par les deux drôleries suivantes : *Ce coup m'a fait voir trente-six chandelles*, ou *m'a fait voir les étoiles en plein midi.*

1734. Dans un accès de fièvre, et lorsque la circulation sanguine déborde en torrents dans le réseau des paupières, et même dans le réseau lymphatique de la cornée transparente ou de l'iris, nous voyons des gerbes perlées, qui décrivent des courbes hardies, forment des rosaces mobiles, lesquelles varient de position et de forme, avec une étonnante rapidité. Nous voyons alors le torrent de la circulation s'élançant dans ses mille et mille canaux, qu'il dessine en traits de feu, en traits insaisissables.

1735. Mais n'allez pas, sur les traces d'un auteur privilégié, croire que vous avez dans l'œil tous les objets que vous voyez trop petits, pour en déterminer la distance au dehors. Vous vous exposeriez à prendre des moucherons microscopiques pour les globules de la circulation. Comme la méprise un peu lourde, dont nous parlons, a été adoptée à son apparition de confiance, par la Faculté de médecine (*); dans la première édition de cet ouvrage, nous avions à peine osé ef-

(*) La Faculté de médecine a voulu avoir son micrographe, lorsqu'elle s'est aperçue que le microscope était un moyen de bien voir. On sait que la Faculté improvise les talents, et proclame docteur un homme sur le vu de sa thèse. Donné, le *rédacteur scientifique du journal des Débats*, a succédé à *Galès*, dans le privilége de pouvoir être cité sur parole et sans contrôle, dans les livres de l'école; il a fait sa preuve, par écrit, dans sa première thèse présentée le 17 janvier 1831, sur les *globules !*

flcurer une réfutation, tant le sujet nous paraissait peu en être digne; mais la méthode féconde en résultats si singuliers commence à devenir contagieuse, sous les auspices de l'autorité; nous nous décidons donc, dans cet ouvrage, à sacrifier quelques pages de développements, pour évaluer les travaux d'un auteur qui se joue vraiment du privilége.

1736. La géométrie a ses *quadrateurs*, qui courent après la quadrature du cercle, comme les alchimistes poursuivaient la pierre philosophale; la micrographie a de son côté des *chercheurs de globules*, qui ne voient que des globules, et qui ne voient plus rien après les globules; ils tiennent compte des globules du matin, des globules du soir, et des globules du milieu de la journée; ils vous diront toutes les circonstances d'un viol ou d'un assassinat, sur la seule inspection d'un globule; ils distinguent des globules du pus, des globules du sang, des globules du cerveau, des globules de la syphilis; d'aucuns vont même jusqu'à désigner, dit-on, la localité d'où provient ce dernier mal, à la comparaison des globules; nous avons enfin une complète *globulomancie*. Donné s'aperçut un jour que les observateurs, qui s'étaient tant occupés de globules, avaient précisément oublié les globules de l'œil; ils avaient cherché à voir tout, excepté l'œil qui les fait voir. L'auteur eut donc l'heureuse idée de vouloir voir son œil. Mais avant cela, il prit l'*humeur aqueuse* et l'*humeur vitrée* d'un œil de mort, et en soumit des fragments au microscope. « Il y aperçut des globules, au milieu de quelques corpuscules amorphes; et ces globules, moins gros de moitié que ceux du sang, peuvent à peine être aperçus à la lumière, tant ils sont pâles et diaphanes; ce n'est qu'au moyen d'une lampe, qu'on les reconnaît d'une manière évidente, au milieu du liquide dans lequel ils nagent. Ces globules lui ont paru insolubles dans l'eau, car l'auteur les a trouvés intacts dans ce liquide, même après un certain temps. » Des globules qu'on ne voit qu'à la faveur d'une lampe, ne sont le plus souvent que des effets de la réfraction de la lumière à travers

ne membrane ; car il n'est pas de membrane animale qui ne e couvre, à la lampe, de globules de diamètres à peu près gaux (1607). Ensuite, il n'est pas de liquide albumineux, ui ne se précipite, par l'évaporation, sous forme de préci- ité globulaire ; il en est de même, d'une manière il est vrai noins prononcée, de l'amidon et de la gomme. Si l'auteur vait soumis l'*humeur vitrée* tout entière au microscope, mmédiatement après son extraction de l'œil, il n'y aurait ien aperçu de semblable, même à la faveur d'une lampe. Il st vrai que l'auteur en a moins vu dans le *liquide filant* et e *nature albumineuse* du corps vitré que dans l'*humeur queuse* ; et c'est précisément le contraire qui existe. L'*hu- meur aqueuse* pure ne doit offrir aucun globule ; l'*humeur itrée* doit à la lampe en offrir beaucoup. Mais ce à quoi l'au- eur n'a pas songé, c'est qu'il est impossible d'obtenir l'*hu- meur aqueuse* par la dissection, sans endommager l'iris, les rocès ciliaires et la choroïde même, en tout ou en partie ; rois organes qui sont vasculaires au suprême degré, et dé- ersent, sur le porte-objet, une quantité innombrable de glo- ules plus petits que ceux du sang. On n'obtient l'*humeur queuse* pure, à peu près que par la ponction de la cornée ransparente. Mais jusque là l'erreur n'est que dans la mal- dresse du manipulateur ; passons à une autre qui est moins nnocente.

1737. « Ces globules, ajoute l'auteur, qui ne gênent en ien la vision, à cause de leur parfaite transparence, je suis naintenant convaincu, qu'on les aperçoit dans son propre œil, en s'y prenant de la manière suivante :

« On perce une carte avec la pointe d'une aiguille très fine ; et par ce trou, que l'on applique très près de son œil, on re- garde le ciel ; on aperçoit à l'instant plusieurs globules très distincts, rangés par séries irrégulières, et d'autres isolés ; si on fixe avec beaucoup d'attention, on en découvre, dans le fond, une multitude d'autres qui remplissent le tableau, et qui suivent tous les mouvements de l'œil ; ils ont exactement

la même apparence que ceux que l'on voit au microscope, dans l'humeur aqueuse extraite d'un œil mort; même transparence, même diamètre appréciable. On peut ainsi remarquer des globules de trois ordres; les premiers sont en chapelets sinueux et très distincts; les seconds, plus isolés, plus gros que les autres, et souvent entourés d'un cercle plus noir; enfin les troisièmes, que l'on ne peut compter, moins distincts et plus éloignés, ressemblent assez bien, qu'on me pardonne la comparaison, *à une espèce de semoule.* »

1739. Pourriez-vous expliquer comment il se fait qu'on ait besoin du microscope, pour distinguer dans l'*humeur aqueuse*, des globules que l'on distingue si bien dans son œil propre, d'après l'auteur? Comment! sans le secours de la réfraction de la cornée transparente, vous voyez déjà vos globules; et lorsqu'à la réfraction du cristallin se joint la première réfraction, il vous faudrait encore l'aide du microscope pour rendre apercevables les mêmes globules! Vous les grossissez donc par les verres amplifiants, pour ne leur donner juste que le diamètre sous lequel vous les voyez sans microscope? Entendons-nous! il y a de l'absurde dans quelque coin de votre manière de voir. Mais l'auteur n'a rien à redouter de l'absurde; sa position lui permet de l'être impunément.

1740. Or voici ce que l'auteur a vu, et ce qu'il a si mal interprété. La cornée transparente est lubrifiée par le même liquide que les paupières promènent, dans leurs mouvements variés, sur toute la surface de la conjonctive. Toute substance liquide qui s'attache à une paroi verticale prend la forme d'une demi-sphère; mais une demi-sphère transparente de petit diamètre, placée sur la cornée transparente, déviera d'autant, et à la manière des lentilles (409), les rayons lumineux; votre œil verra donc une image lenticulaire au dehors de lui. C'est une série de ces petites lentilles aqueuses que l'auteur a vues et désignées sous le nom de chapelets sinueux. Les seconds, plus gros, proviennent de gouttelettes plus grosses. Mais, dans cette catégorie, l'auteur en a oublié un au

ce genre qui se compose de globules déformés, échancrés, allongés en larmes bataviques, que l'on rencontre ainsi ajustés bout à bout, sur de lignes plus ou moins sinueuses. Ceux-ci proviennent des gouttelettes allongées et déformées par le frottement. Nous nous occuperons tout à l'heure de la troisième espèce qu'a vue l'auteur. Démontrons ce que nous venons d'avancer, quant aux deux premières. Celles-ci, il n'est pas besoin d'un petit trou pratiqué dans une carte, pour les distinguer, il suffit de regarder en clignant les paupières. On voit alors se promener de bas en haut et de haut en bas, selon que l'on élève ou qu'on abaisse le globe de l'œil, des traînées de globules analogues à la fig. 22, pl. 2. Chacun d'eux se présente sous forme de deux cercles concentriques, dont la partie la plus vigoureuse et la plus noire change de position à chaque fois, et qui se bordent souvent d'irisations où le jaune domine. Regardez une lentille de verre de trop près, ou bien observez au microscope un globule transparent en deçà du foyer de l'instrument, et vous aurez la même image devant les yeux. Ces deux cercles ne sont que deux effets de l'aberration de sphéricité (405), qui font que les bords d'une lentille n'ont pas le même foyer que la partie centrale. La preuve que ces globules qui voyagent devant nous, quand nous cherchons à les fixer de l'œil, ne sont que des gouttelettes aqueuses, se tire des deux observations suivantes : 1° Jamais ces globes ne sont plus nombreux, que lorsque les paupières sont inondées de larmes ; ils le sont moins quand l'œil n'est qu'humide ; on les voit à peine quand l'œil est sec. Aspergez votre œil d'eau pure, vous multiplierez ces globules et vous leur donnerez les formes les plus variées et des dimensions exagérées ; vous les verrez alors se subdiviser, diminuer de volume par l'évaporation, et puis peu à peu disparaître. 2° Tenez compte comparativement du mouvement de vos paupières, et de la direction des sinuosités en chapelets que forment ces globes, en s'ajoutant bout à bout ; et vous verrez que cette direction varie en raison du mouvement par

lequel les paupières se sont déplacées. Si vous élevez la paupière en la pressant un peu avec le doigt, tous ces chapelets auront leur direction de haut en bas ; leur direction sera en large, si vous déplacez votre paupière de droite à gauche ou de gauche à droite. Enfin, en poursuivant cette expérience dans tous les sens, vous tracerez sur la conjonctive des sillons de globules, dont la direction sera toujours celle que vous aurez donnée au mouvement des paupières. Il est donc évident que ces chapelets ne sont que des séries de gouttelettes aqueuses, dont les paupières lubrifient la conjonctive, et qui, au lieu de s'étendre en une couche continue sur la surface du globe, se sont légèrement coagulées en lentilles *convexo-concaves*.

1741. Quant au troisième genre de globules qui composent le fond du tableau, et que l'auteur compare si ingénieusement à de la *semoule*, comparaison que nous lui pardonnons d'autant mieux, que les grains de semoule sont anguleux et à facettes, quand ces globules sont arrondis; voici en quoi ils consistent. L'humeur que les paupières promènent sur la conjonctive, s'évapore à mesure que les paupières s'écartent, car si nous n'abaissions pas de nouveau les paupières, la surface de la conjonctive se dessécherait. Mais l'évaporation de cette humeur ne saurait avoir lieu qu'à la manière de l'évaporation de l'eau, par une *buée*, par des vapeurs qui s'échappent comme une fumée. Donc, quand vous regardez de manière à ne rien voir que le ciel, vous verrez cette petite *buée*, vous apercevrez des myriades de petits points qui tourbillonneront, comme une fumée, devant vous. Regardez à travers jour la vapeur de l'eau, vous distinguerez le même phénomène. Vous le distinguerez encore mieux quand, en hiver, vous vous trouverez enveloppé de brouillards. Dans toute autre circonstance, et lorsque vous n'observerez que votre propre œil, soufflez un peu, en avançant la lèvre inférieure, et tout-à-coup vous verrez vos petits globules s'agiter, comme sous le souffle d'une tempête, tourbillonner avec plus

rapidité ; cessez, ils se mouvront avec plus de calme. Donc globules appartiennent, comme la vapeur d'eau bouillante, mme le brouillard, à un nuage qui est devant votre œil, et n dans votre œil.

1742. Mais une erreur en appelle toujours une autre plus ossière. Cette erreur inqualifiable d'optique a jeté l'auteur ns une erreur d'anatomie, que nous nous hâtons de réfuter, s chercher à la qualifier. L'auteur a voulu expliquer le uvement de ces globules, autrement que par la circulation; irculation ne saurait plus faire mouvoir des masses comme les-là; il a eu recours à une autre hypothèse. D'après lui, cristallin tend à s'affaisser par son poids, et à suivre des uvements qui varient en raison de notre position; il us affecte tous d'*une cataracte branlante* au minima. us concevez déjà pourquoi ces chapelets sinueux, que l'au-r prétend voir dans le liquide de l'humeur aqueuse, sem-nt changer de place; c'est que le cristallin se déplace, et déplace l'image avec lui. Admirable nature qui, tout ex-s pour les idées d'un voyant, abdique toutes les lois de tique, décentre un système de réfraction, sans nuire en n à la vision distincte! Comprenez-vous par quel artifice énieux le cristallin, en se déplaçant, ne déplace que les bules de l'humeur vitrée, et pas un seul objet extérieur? un opticien s'imaginait de rendre mobiles les objectifs du croscope, il ferait danser aux yeux de l'observateur tous objets placés sur le porte-objet. Eh bien! dans l'admirable ectif que la nature a placé dans notre œil, la plus pré-use des lentilles branle sans cesse, sans rien faire branler; objets extérieurs restent à leur place, quand tout se dé-ce dans notre œil! Si tout cela n'est pas absurde, c'est digieux.

1743. L'auteur pousse plus loin sa prévoyance; « il suppose les chapelets de globules sont fixés sur la surface de la sule du cristallin ou sur celle de ce corps lui-même, ou tôt qu'ils sont contenus dans de très petits vaisseaux légè-

rement dilatés, et dans lesquels la circulation est ralentie par une cause quelconque; de plus ces vaisseaux peuvent ramper dans la capsule du cristallin ou dans ce corps lui-même; » comme vous le voudrez, l'auteur n'y tient pas.

1744. Mais ces hypothèses, l'auteur les change en réalités par l'expérience suivante : « Si dans la position verticale du corps, les yeux regardant d'abord à terre, on élève rapidement la vue vers le ciel, en ayant soin de fixer aussitôt un point, afin que l'œil puisse rester pendant quelque temps dans la même position, on voit toutes ces rangées de globules descendre et passer successivement devant le point visuel, jusqu'au moment où le cristallin, étant arrivé au point le plus déclive qu'il puisse atteindre, ces globules restent en place et ne bougent plus. Si, ajoute-t-il, au lieu d'imprimer un mouvement rapide d'élévation au globe oculaire, on le dirige, doucement et sans secousse, vers le ciel, rien de semblable n'a lieu, parce que le cristallin ou le corps vitré ont eu le temps de céder à leur poids, et de prendre leur niveau, pendant que l'œil s'est ainsi lentement élevé. » Ces deux expériences sont empreintes de toute la légèreté qui a imprimé son cachet à cette thèse. Rien de tel ne s'offre à l'observateur, et rien n'est plus variable que ce que l'auteur a entrepris de décrire. Les gouttelettes qui tapissent la conjonctive ont un poids comme toutes les gouttelettes aqueuses; quand vous les avez soulevées par le mouvement de la paupière supérieure, elles glissent de haut en bas, jusqu'à ce qu'elles soient arrêtées par le bord de la paupière inférieure. Là toute la cohorte s'arrête, les rangs supérieurs soutenus par les inférieurs, à la hauteur de la cornée transparente, et cela jusqu'à ce que leur nombre se réduise par l'évaporation. Mais tout cela variera de direction et en durée, selon que les globules se trouveront avoir à passer sur la portion la plus bombée de la cornée transparente ou dans le voisinage de ses bords; selon que leur cohorte sera plus nombreuse, que la couche humide aura plus d'épaisseur, etc., etc. Le mouve-

nt de l'œil et celui du corps lui-même n'auront aucune rt à ce phénomène.

1745. Pour compléter la démonstration, l'auteur se présnte à nous dans une posture plus pittoresque; il étend un is sur un plan incliné, se couche les pieds en haut et la e en bas (ne rions pas), de manière que le point le plus clive de l'œil corresponde à la voûte de l'orbite : « Dans ce s, dit-il, lorsque, après avoir fixé mes yeux pendant quele temps vers le point placé au-dessus de ma tête (qui est alement le point placé au-dessus de ses pieds), je les rameis vivement dans la direction de mes pieds, je voyais les èmes séries de globules se diriger dans le sens de la pesanur, qui se trouvait alors du côté de ma tête. » Ainsi, d'après uteur, les globules de la circulation obéissent aux lois de pesanteur, et se portent toujours en bas. Mais alors, pouroi la nature nous a-t-elle placé le cœur et les poumons si ut? et pourquoi le sang nous monte-t-il à la tête? C'est e la circulation de l'œil, sans doute, n'est pas la même que circulation des autres parties du corps! En vérité, il faut e le *Journal des Débats* soit une grande puissance pour e ses rédacteurs aient le droit de penser, d'écrire, de lire l'Institut et d'imprimer de pareilles choses impunément! ! sans doute, ces globules obéissent à la loi de la pesanur, comme vos larmes qui coulent sur vos joues quand us êtes debout, et sur votre front quand vous pleurez la tête bas et les pieds en l'air, dans l'intérêt de la démonstration.

1746. Mais l'auteur a répondu dans sa thèse, à l'objection e Ribes lui fit, après nous, à la publication de sa première te. « Ces globules, dit-il, ne peuvent être attribués aux rmes, puisque, d'une part, l'inspection microscopique n'en t pas découvrir dans cette humeur, et que, de l'autre, les obules dont je parle ont un ordre et un arrangement connts qui ne peuvent être changés par le frottement des paupères. » L'auteur n'a sans doute jamais pleuré de sa vie, ce ii paraîtra infiniment probable, quand on saura que l'auteur

n'a jamais été du parti des opprimés; car tous ceux qui ont eu le bonheur de verser une seule fois des larmes, doivent se rappeler avec quelle profusion ils voyaient de gros globules. Mais ce qui est encore plus certain, c'est que l'auteur n'avait pas, en écrivant ces lignes, la moindre idée des effets de la réfraction. Il aurait su, autrement, qu'un liquide sans globules peut fournir à la vision un grand nombre de globules, en s'attachant à une surface transparente sous forme de petites lentilles; et ce n'est pas sous une autre forme que l'humeur qui lubrifie les parois de la conjonctive s'est jouée de la sagacité à tête bèche de notre expérimentateur. Secondement, les paupières ne frottent pas toujours contre la conjonctive, quand elles se soulèvent; il reste entre elles et cette surface de petits intervalles dans lesquels l'humeur lubrifiante échappe au frottement. Pour procéder à coup sûr à l'expérience, il est nécessaire d'appuyer légèrement le doigt sur la paupière qui se meut; on voit alors à chaque mouvement que les globules s'arrangent dans le sens du mouvement lui-même.

1747. Nous avons peut-être attaché une trop grande importance à la réfutation de pareilles assertions. Mais comment faire, quand tous les huit jours la haute protection de la publicité académique et de la publicité périodique est accordée à des lectures de cette force-là? On dirait que ces gens-là sont payés pour déprécier, dans l'esprit des hommes sévères, l'introduction du microscope dans l'étude des sciences positives. Force nous est donc de déposer de temps en temps la plume qui démontre, et de reprendre le fouet qui corrige.

5° *Organe de l'ouïe.*

1748. Le nerf optique s'épanouit à son extrémité pour percevoir la lumière; le nerf auditif s'épanouit à son tour pour percevoir les sons. L'œil est un appareil destiné à faire converger les rayons lumineux vers le nerf optique; l'oreille est l'appareil destiné à faire converger les rayons sonores vers

le nerf auditif, qui est le siége de la perception du son. Si la perception est identique chez tous les animaux, l'appareil de l'audition doit varier dans sa structure et ses dimensions, en raison du milieu dans lequel l'animal est condamné à vivre, de ses habitudes et de ses mœurs. L'oreille externe s'allonge en un long cornet, mobile dans tous les sens, chez les quadrupèdes qui, vivant seuls dans les bois, sans défense et toujours sur le qui vive, ne trouvent d'autre salut que dans la fuite, devant des ennemis qui courent aussi vite qu'eux, et qui partant, pour échapper au danger, ont besoin de prendre les avances et d'entendre de fort loin. Ce long cornet s'aplatit en un cartilage presque immobile chez les animaux qui, vivant en société et toujours fort près les uns des autres, entendraient tout trop fort, s'ils avaient, pour recueillir le bruit et les sons du langage, un aussi long cornet acoustique que les autres mammifères. Ce cornet disparaît entièrement chez les oiseaux qui voyagent dans les régions les plus agitées de l'air, dans la région des tempêtes; chez les poissons, que roulent les flots qui se heurtent en mugissant; chez les mollusques, dont la coquille est déjà par elle-même un appareil d'audition, mais un appareil incommode, qui prête à tous les sons les caractères d'un murmure vague et monotone.

1749. Chez l'homme, le cornet de l'oreille s'aplatit contre la surface postérieure de la tête; il prend le nom de pavillon. Les muscles qui le font mouvoir, chez les autres animaux, sont réduits à des dimensions très faibles chez l'homme, en sorte que le pavillon est condamné à la plus complète immobilité. On y distingue cinq éminences principales, que l'on désigne sous les noms d'*hélix*, d'*anthélix*, de *tragus*, d'*antitragus*, et de *lobule*, qui est la portion inférieure et molle de ce pavillon cartilagineux. Trois cavités principales séparent ces éminences entre elles, celle de l'*hélix*, la *fosse naviculaire*, et la *conque*, qui est l'ouverture immédiate du conduit auditif. Ce conduit atteint jusqu'à un pouce de long chez l'adulte, et se termine à la *caisse du tympan*, pour former

la limite qui sépare l'oreille externe de l'oreille moyenne. La *caisse du tympan* est une cavité fermée par la membrane du *tympan*, à laquelle s'attache une petite chaîne composée de quatre osselets, désignés sous les quatre noms de *marteau*, d'*enclume*, de *lenticulaire*, et d'*étrier*, qui vient s'attacher à la *fenêtre ovale*. L'air extérieur arrive à la caisse du tympan, par la trompe d'Eustache, ou conduit guttural, pour contre-balancer la pression atmosphérique qui pèse sur la membrane, par le conduit auditif. La *caisse du tympan* est suivie du *labyrinthe*, qui se compose : 1° du *limaçon* ou cavité osseuse contournée en spirale, et dont la capacité est séparée, par une cloison membraneuse, en deux compartiments, qu'on appelle *rampes* du limaçon, dont l'une, l'externe, communique par la fenêtre ronde avec la caisse du tympan, et l'autre, l'interne, aboutit dans le vestibule. Après le limaçon on trouve trois demi-cercles, dont deux horizontaux et le médian vertical, que l'on nomme *canaux demi-circulaires;* leurs extrémités aboutissent au vestibule, cavité centrale où viennent s'aboucher toutes les précédentes, la caisse du tympan par la fenêtre ovale, la rampe interne du limaçon, et le conduit auditif interne par un grand nombre de petites ouvertures. Toutes les cavités que nous venons d'énumérer, sont pratiquées dans la partie la plus dure du *rocher*. Le nerf auditif se distribue par de nombreuses dichotomies dans le *labyrinthe*, dont il tapisse par ses papilles toutes les surfaces muqueuses.

1750. Le *son* n'est pas seulement de l'air agité; car nous percevons les chocs de la boîte crânienne, nous entendons les battements d'une montre appuyée sur nos dents. Les théories fondées sur les ondes sonores, nous donnent des analogies, mais non les solutions du problème; elles nous apprennent à analyser les vibrations, mais non la perception de l'ouïe; nous y reviendrons dans le troisième volume, où nous entrerons dans certains développements, que suppose ce que nous avons à dire de l'audition.

1751. De même que l'industrie humaine a inventé un supplément à la vue, en reproduisant artificiellement, et avec une admirable fidélité, la structure de l'œil; de même il s'est trouvé qu'avant d'avoir connu la structure de l'oreille, l'homme avait construit, pour favoriser l'audition et concentrer les sons, des appareils entièrement analogues à celui dont l'anatomie a surpris l'artifice, dans l'intérieur de cette portion de la boîte crânienne que l'on désigne sous le nom de *rocher*.

6° *Analogie fondamentale des cinq organes des sens entre eux.*

1752. L'anatomie ne tient compte que des dimensions et des formes; l'analogie ne s'attache qu'à la structure essentielle et à l'origine du développement, quelles que soient les dimensions et les formes extérieures de l'organe.

Or, supposons que le globe de l'œil des animaux supérieurs s'adapte aux proportions d'un animal de quelques millimètres de diamètre, il n'en sera pas moins compliqué dans sa structure, mais pourtant il ne nous apparaîtra que comme un organe de la plus grande simplicité; il sera alors identique sous tous les rapports avec une papille de toute autre perception. Mais après avoir suivi l'analogie du *summum* au *minimum* de développement, remontons par la pensée en sens contraire, et ne reculons pas devant l'idée de voir dans la plus petite papille nerveuse, un organe d'une structure tout aussi compliquée, en son genre, que l'œil de l'animal le plus développé; chaque papille est un sens, qui modifie ses fonctions, selon les surfaces où elle parvient à se mettre en communication avec l'air extérieur, afin de démêler parmi les impressions, celle qui peut se combiner avec la nature du fluide qu'elle élabore. Il est donc parfaitement concevable qu'un sens puisse se substituer à un autre et en réparer en quelque sorte l'absence; qu'une papille destinée, dans l'état

normal, à percevoir telle impression, s'organise tout-à-coup de manière à percevoir l'impression voisine; et il ne répugne pas plus à ma raison de supposer des animaux, dont tout le corps soit couvert d'organes de la vision, que d'en rencontrer, dont toute la périphérie, ainsi que nous le démontrerons plus bas, n'est qu'une seule branchie. Mais si ce phénomène peut être admis comme capable de se présenter à l'état normal, il ne doit pas me répugner de supposer qu'il puisse se reproduire dans un état anormal. En effet, tout établit, dans nos observations d'histoire naturelle, que ce que la nature a créé dans une espèce, elle le reproduit souvent dans une autre; nous appelons ces créations insolites des anomalies, des aberrations, des *monstruosités*. Si donc il est démontré qu'elle ait donné à certains êtres des milliers d'yeux, et qu'il me soit permis de pousser à l'infini le nombre d'yeux, dont elle a la puissance de couvrir la surface du corps; il doit m'être également permis de supposer un cas extraordinaire, où un être, qui habituellement ne possède que deux yeux, acquiert tout-à-coup, par une nouvelle circulation du fluide qui éclaire, des myriades d'organes voyants, et même que toutes les papilles du toucher soient dans le cas de transmettre à mon cerveau l'impression des ombres et de la lumière, c'est-à-dire l'impression des images; que le toucher de l'aveugle, enfin, ait le sentiment des couleurs, tout autant que celui des accidents de surface, et que le somnambule voie distinctement en fermant les yeux. Or, nous avons des exemples incontestables de l'un et l'autre phénomène; il nous manquait seulement l'explication du fait.

7° *Sensibilité.*

1753. Les physiologistes de l'école académique ont procédé à de nombreuses expériences sur la sensibilité, avant de s'être fait une idée rigoureuse de ce mot. Nous les voyons constater qu'un nerf est ou n'est pas sensible, selon que l'animal

témoigne ou non de la douleur, à l'instant où le nerf subit la piqûre d'une pointe ou une solution de continuité. C'est-à-dire qu'ils n'ont compris, sous le nom de *sensibilité*, que la sensibilité de l'organe du tact ; et sous le nom de sensation expérimentale, que l'impression du frottement ou du déchirement, d'une solution enfin plus ou moins considérable dans la continuité des tissus. Au reste, ce n'est pas avec une discussion plus profonde, que nos physiologistes se livrent à l'expérimentation ; l'un d'eux s'élève hautement contre la logique, en prenant parti pour la voie expérimentale ; comme si la logique n'était pas le flambeau de l'expérimentation.

1754. La *sensibilité* sera pour nous la propriété, que possède un ordre de nerfs, de recevoir une impression extérieure et d'en transmettre la sensation au cerveau. Chaque ordre de nerfs aura donc une sensibilité spéciale, mais tout nerf présentera deux régions différentes, deux sortes de structure, et deux sortes de propriétés ; par son extrémité il recevra les impressions ; par tout le reste de sa longueur, il transmettra ces impressions à la masse encéphalique ; dans son tubercule terminal, il sera organe ; dans sa tige, il sera véhicule de la sensation ; dans l'un il sera sensible, et dans l'autre simple conducteur inerte. Car si la tige était douée d'une certaine sensibilité, la sensation serait arrêtée au passage, absorbée, avant d'arriver au foyer de la pensée et de la perception. Si vous piquez un animal à l'épiderme, il éprouvera une douleur, qu'il ne ressentira nullement, si vous le piquez sur le trajet des nerfs qui se dirigent à l'épiderme. Car l'animal ne peut sentir que par un organe, et le cordon nerveux n'est pas un organe, mais une simple communication établie entre des organes. Le nerf optique ne voit pas, mais il transmet la vision ; à plus forte raison si vous le piquez, il ne sentira pas, non seulement parce qu'il ne se termine pas par un organe du tact, mais encore parce que même alors il ne serait qu'un véhicule et non l'organe papillaire du toucher. Il est inutile d'inviter les physiologistes partisans des piqûres, à ne pas

titiller la rétine, puisque définitivement elle est déchue du rang d'organe de la vision. Le nerf auditif ne sentira pas non plus la piqûre, parce que le nerf auditif ne doit transmettre que des sons et non des douleurs, et ensuite parce que, comme le nerf optique, il est véhicule et non organe. Le cerveau, le foyer des perceptions, est insensible aux sensations qui affectent le toucher; car il n'est pas organisé pour être en communication avec les corps extérieurs, mais pour combiner les impressions qui lui affluent des extrémités de toutes les fibrilles nerveuses. Que si vous trouvez certains nerfs sensibles avant leur terminaison, examinez bien tout autour, et vous découvrirez des ramifications nerveuses qui se distribuent en papilles du tact, sur la surface que la pointe parcourt: en sorte que vous serez exposés à attribuer au tronc nerveux une sensibilité pour la douleur, qui est le fait d'organes papillaires trop petits pour être vus par l'expérimentation, dont la logique ne dirige pas le scalpel. Ne placez donc plus la résolution des problèmes les plus importants et les plus subtils de la vie, au bout de la pointe d'une aiguille qui gratte; et interrogez un autre oracle que la physionomie stupide d'un animal qui grimace, et n'exprime d'une manière un peu intelligible d'autre sensation que celle de la torture.

Dans le troisième volume de cet ouvrage, nous reprendrons la question d'après d'autres errements.

§ III. COMPOSITION CHIMIQUE DE LA SUBSTANCE CÉRÉBRALE.

1755. La première analyse que nous possédions du cerveau de l'homme est due à Vauquelin. L'auteur a trouvé que cet organe se composait de : 80,0 d'eau; 4,53 de matière grasse blanche; 0,7 de matière grasse rouge; 7,0 d'albumine; 1,12 d'osmazôme; 1,5 de phosphore; 5,15 d'un mélange de sel marin, de soufre, de phosphate, de potasse, de chaux et de magnésie.

1756. Mais le résultat de cette analyse, qui, par rapport à

celle de John sur le cerveau du veau et du cerf, paraît une analyse-modèle, ne doit pourtant être considéré que comme un produit informe de nos anciennes méthodes; et l'analyse du premier organe de l'être animé est encore à faire; mais c'est d'après d'autres errements qu'il faudra y procéder.

1757. Qu'est-ce, en effet, que cette matière grasse rouge, par rapport à la matière grasse blanche? N'y a-t il pas, dans la première, altération et mélange? Il suffit de lire l'analyse pour être en droit de le soupçonner. En effet, la matière grasse blanche s'obtient, par précipitation, de l'alcool à 36°, dans lequel on a fait bouillir à plusieurs reprises le cinquième de son volume de substance cérébrale. La matière grasse rouge au contraire s'obtient en évaporant, presque en consistance de bouillie, la solution alcoolique, lavant avec de l'eau pour enlever l'osmazôme. Ces deux matières grasses ne diffèrent que par leur coloration. Je renvoie sur ce sujet à ce que je dirai à l'article des huiles et graisses.

1758. Je ne m'occuperai de l'osmazôme qu'en parlant des substances organisatrices.

1759. Mais je m'arrêterai plus spécialement sur le phosphore que Vauquelin regardait comme existant à l'état libre, dans le cerveau. En calcinant l'une et l'autre matière grasse, il se forme un acide que l'on reconnaît pour de l'acide phosphorique; c'est cet acide qui, en revêtant toutes les particules de la substance charbonnée, s'oppose à sa complète incinération, si l'on n'a soin de laver de temps en temps le charbon. Or, Vauquelin concluait que le phosphore n'existait, dans le cerveau, ni à l'état d'acide libre, ni à l'état de phosphate d'ammoniaque, de ce que 1° avant leur incinération ces substances ne rougissent pas le tournesol, et de ce qu'une solution chaude de potasse n'en dégage pas de l'ammoniaque. — La première raison est péremptoire; mais il n'en est pas de même de la seconde. Car nous avons vu que la potasse caustique agit à chaud sur les substances organiques, en se combinant avec les produits de leur décomposition (1292). Or,

si la substance organique se trouve mélangée, à l'état de magma, ou bien combinée avec un phosphate d'ammoniaque, il arrivera sans aucun doute que la potasse ne dégagera plus l'ammoniaque du phosphate, comme elle l'aurait fait, si ce sel s'était trouvé dissous dans un liquide non décomposable par l'alcali caustique; mais que, par suite d'une double décomposition, l'ammoniaque se portera sur l'acide organique de la potasse, en même temps que celle-ci se portera sur l'acide phosphorique. L'ammoniaque que la potasse ne dégage pas, l'incinération la dégage; et l'acide phosphorique que l'on retrouve alors n'est que l'acide mis en liberté par la volatilisation de sa base.

1760. Les moelles allongée et spinale, d'après le même auteur, contiennent plus de matière grasse et moins d'albumine, d'osmazôme et d'eau. Les nerfs, au contraire, contiennent beaucoup moins de matière grasse, beaucoup plus d'albumine et plus de graisse analogue à l'adipocire. La structure des nerfs, telle que nous l'avons observée (1608), explique suffisamment la prédominance de l'albumine; car ce produit représente les parois, non seulement du tissu cellulaire qui sépare les divers troncs nerveux, mais encore des tubes cylindriques propres, dont est formé chacun de ces troncs.

1761. Mais les nerfs présentent deux circonstances qu'il est bon de signaler : 1° un nerf abandonné à lui-même sur une lame de verre, par un temps sec, se dessèche sans se putréfier, tandis que la substance cérébrale se putréfie en vingt-quatre heures; 2° le nerf une fois desséché a tous les caractères physiques de la substance cornée, des ongles et des poils, et autres corps analogues; quant aux rapports chimiques, ces corps ne diffèrent pas assez pour faire repousser cette analogie. Cette deuxième observation me paraît importante en physiologie. Au reste, c'est maintenant sur un cylindre isolé de nerf (1607) que l'analyse doit être faite; c'est là qu'on aura, à l'état de sa plus grande pureté, la substance nerveuse.

1762. On sait que les nerfs sont de si bons conducteurs d'électricité, qu'on peut réveiller la contraction musculaire d'un membre privé de la vie, en faisant passer le courant voltaïque dans un tronc nerveux.

1763. La méthode ancienne meurt, mais elle ne se rend pas. La critique que nous avons faite, dans notre première édition, des analyses de Vauquelin relatives à la composition chimique du cerveau, bien loin d'avoir été un avertissement utile pour les chimistes de nos jours, nous a donné un travail bien plus extraordinaire que celui du membre de l'Académie. Le 30 juin 1834, Couerbe a présenté à l'Académie des sciences les résultats de ses recherches sur la nature du cerveau.

1764. « D'après lui (*), la matière cérébrale, vue au microscope d'un fort grossissement, paraît composée de globules légèrement elliptiques ; mais la substance grise présente constamment ces globules plus gros que la substance blanche. Du reste, ajoute-t-il, ces globules sont coagulables par les acides, comme ceux du lait, du sang, et d'un grand nombre d'autres substances. » Depuis la publication de nos premiers travaux, et surtout depuis celle du *Nouveau système de chimie organique*, les chimistes ont pensé qu'ils donneraient une certaine sanction à leurs expériences de laboratoire, en les faisant précéder de quelques signalements pris au microscope. Mais ils s'acquittent de ce soin sans trop paraître en avoir compris l'importance ; c'est une mode à laquelle ils sont forcés d'obéir, plutôt qu'un devoir d'observateur qu'ils accomplissent. Ils s'assurent s'ils voient des globules, et les décrivent ensuite, d'après les formules imprimées plutôt que d'après des expériences qui leur soient propres ; et tout cela, à l'impression, a l'air d'être vrai, parce que tout cela forme une phrase. Les globules se montrent dans toutes les substances

(*) *Journal de Pharmacie*, tom. X, p. 524.

organiques que l'on observe au microscope. C'est aux réactions sagement conduites, qu'il appartient de décider de leur nature et de leurs caractères. Or, nous trouvons, dans les caractères que l'auteur assigne aux globules par lui observés, des circonstances qui nous démontrent que l'auteur les a définis d'imagination :

1° D'abord des globules ne sauraient être coagulables ; car, pour se coaguler, il faudrait qu'ils fussent liquides, ce qui est contradictoire dans les termes. Il peuvent être susceptibles de se déformer, de se contracter, de devenir opaques ; mais, par cela seul qu'ils sont globules, ils sont déjà coagulés.

2° Dans le lait, il existe deux sortes de globules, des globules albumineux, que les acides font contracter, et des globules oléagineux, que les acides dissolvent et saponifient. Il n'est donc pas exact de comparer les globules du cerveau aux globules du lait, qui sont de deux sortes.

3° Il n'est pas vrai que les globules de la substance grise soient constamment plus gros que ceux de la substance blanche, et nous pouvons faire varier le volume des uns et des autres à l'infini, selon que nous procèderons d'une façon ou d'une autre à l'expérience, selon que nous observerons la substance du cerveau seule ou plongée dans une nappe d'eau.

4° Enfin la substance oléagineuse domine dans le cerveau; or, la substance grasse se distribue dans l'eau qui la recueille au sortir d'un organe, en myriades de globules de toutes les formes et de toutes les dimensions; les globules dont parle l'auteur sont donc des gouttelettes oléagineuses ; ils n'avaient rien d'organisé, et partant n'affectaient ni forme ni dimensions invariables. Avis à ceux qui recherchent avec tant d'importance les globules. Mais ce n'est là que le *procemium* du travail de l'auteur.

1765. D'après lui, le cerveau contient six substances principales, également étranges, et par la nature de leur composition, et par les dénominations qui les désignent. La pensée

résiderait donc dans un mélange de *stéaroconote*, de *cérancéphalote*, d'*éléancéphol*, de *cérébrote*, de *cholestérote*, et de *névriléine*, plus des corps trouvés par Vauquelin : acide lactique, soufre, phosphore.

La *stéaroconote* de l'auteur serait une matière grasse, de couleur fauve, insipide, donnant par la combustion un charbon acide ; elle serait *insoluble dans l'alcool et l'éther*, soluble dans les huiles grasses et volatiles. L'acide nitrique la dissout après quelques instants d'ébullition. Elle reparaît avec l'apparence d'une graisse blanche, acide, soluble dans l'alcool bouillant, et cristallise alors en petites lames semblables à celles des acides margarique et stéarique.

La *céranéphalote* (cire du cerveau) serait solide, brune, insoluble dans l'alcool et dans l'eau, soluble dans 25 parties d'éther froid, se ramollissant par la chaleur sans acquérir une fluidité parfaite ; desséchée, elle serait élastique comme le caoutchouc.

L'*éléancéphol* serait liquide, rougeâtre, d'une saveur désagréable, soluble en toutes proportions dans l'éther, les huiles douces et volatiles, et dans l'alcool ; à l'aide de la chaleur, cette matière dissout assez bien les autres matières du cerveau, qui lui donnent de la consistance.

La *cérébrote* reviendrait à la *matière grasse blanche* de Vauquelin, et à la *mycoclone* de Kühn ; mais Vauquelin la disait fusible, l'auteur l'a trouvée infusible ; elle est soluble dans l'alcool bouillant, et peu dans l'alcool froid. La solution de potasse ne la saponifie pas.

La *cholestérote* grasse, cristallisable, diffère peu, d'après l'auteur, de la cholestérine biliaire.

La *névriléine* est la masse fibreuse, agglomérée, qui reste après la macération de la masse cérébrale dans l'alcool à 40° et dans l'éther.

L'analyse élémentaire lui a fourni les résultats suivants :

	Éléancéph. et stéarocon.	Céréancéphal.	Cérébrote.	Cholestérote.
Carbone	59,832	66,362	67,818	84,895
Hydrogène	9.246	10,034	11,100	12,099
Azote.........	9.352	3,250	3,399	
Soufre........	2,030	1,959	2,138	
Phosphore.....	2,420	2,544	2,332	
Oxigène	17,120	15,851	13,213	3,006
	100,000	100.000	100,000	100,000

1766. Par un résultat qui certainement eût été de la plus haute importance en phrénologie, Couerbe avait découvert que le cerveau des aliénés contenait plus de phosphore que le cerveau à l'état normal. Mais tout-à-coup Lassaigne annonce qu'il a trouvé tout le contraire (*).

1767. Il serait difficile d'expliquer par quelle route l'auteur est arrivé à des résultats d'une si extraordinaire précision ; il aurait fallu se trouver à côté de lui pour surprendre chacune de ces substances pour ainsi dire à la filière. Mais on peut remarquer tout d'abord une lacune immense au milieu d'un travail du reste si bien rempli ; évidemment l'auteur aurait dû nous donner les proportions selon lesquelles chacune de ces substances rentre dans la composition du cerveau, après nous avoir appris, avec la précision de trois décimales, dans quelles proportions chacune d'elles renferme de l'hydrogène, du carbone, du soufre, du phosphore et de l'oxigène. C'est un point bien essentiel et qui mérite nos regrets ; car, la table à la main et avec la connaissance du procédé, nous aurions eu le moyen d'arriver à deviner les différences des capacités intellectuelles, par la différence des proportions de *cérébrote*, de *stéaroconote*, d'*éléancéphol*, de *cholestérote*, de *cérancéphalote*, de *névriléine* enfin, qui rentreraient dans la composition chimique du cerveau soumis à l'autopsie.

1768. Mais en attendant la réalisation de cette utopie,

(*) *Journal de Chimie médicale*, tom. 1er, 2e série pag. 544.

iscutons la valeur de ces créations en général. Le cerveau enferme deux substances principales, qui jouent un grand ôle dans l'organisation animale, de l'albumine ou fibrine, et e l'huile, combinée, à un état plus ou moins avancé et plus u moins intime, avec des sels ammoniacaux, des sulfites, hyrosulfates et phosphates. Si ces hydrosulfates et ces phoshates avaient eu pour base la chaux ou un alcali fixe, il est onstant, par la connaissance des habitudes chimiques, que es sels ne seraient entrés pour rien dans la composition éléentaire des substances grasses ci-dessus énumérées, et 'auraient pas figuré sur la liste des éléments éliminés par analyse. Toutes ces substances grasses, au lieu d'apparaître omme des composés sexagénaires, auraient repris leur moeste rang de composés ternaires (837) parmi les huiles et es graisses. Mais le phosphate ammoniacal s'est décomposé ar la combustion en azote et hydrogène gazeux, et en acide hosphorique fixe, l'hydrosulfate en hydrogène, en soufre et n azote; et sans remonter plus haut par la logique, l'analyste, ussi scrupuleux observateur que le physiologiste des résulats matériels (1753), a pris note des nombres épars, et en a ait un tout à sa manière.

1769. D'un autre côté, l'albumine et l'huile sont solubles resque en égales proportions, dans les acides et les alcalis. Or, s'il se trouve, dans la série des opérations de l'analyse umide (65), un acide ou un alcali capable de dissoudre également l'albumine et l'huile, il se formera nécessairement n mélange de deux choses hétérogènes qui simulera une ubstance *suî generis*, qui sera liquide ou liquéfiée à la même empérature, précipitable par les mêmes réactifs, soluble ans les mêmes menstrues, dans l'alcool et dans l'éther, selon es doses de l'acide qui servira de véhicule au mélange, mais e telle sorte qu'il arrivera aussi que l'un des deux éléments u mélange protégera l'autre contre l'action de son dissolvant aturel, une fois que l'acide qui leur sert de véhicule commun ura été saturé par une circonstance quelconque de la ma-

nipulation. Alors l'albumine soustraira une portion de l'huile à l'action de l'éther, en se coagulant et l'emprisonnant dans ses molécules; l'huile soustraira à l'action de l'eau toute la quantité d'albumine autour de laquelle elle viendra se déposer, en se précipitant par l'action de l'eau même. Et tous ces effets varieront dans de telles limites, qu'en vérité, si quelque chose nous étonne dans l'analyse qui fait le sujet de ces observations, c'est que l'auteur se soit arrêté à un nombre si petit de créations nominales, et qu'il n'ait pas poussé plus loin le cours de ses conquêtes. Quant aux chiffres de l'analyse, nous ne les considérons, pour nous servir d'une expression de la langue des peintres, que comme des *trompe-l'œil*. En un mot, l'analyse en entier n'est qu'un abus d'une fausse méthode; et son plus grand défaut est certainement dans sa précision.

QUATRIÈME ESPÈCE.

Tissu osseux.

1770. Par les observations auxquelles cette espèce de tissu va donner lieu, sa place naturelle se trouverait dans la deuxième classe de cet ouvrage : *bases des tissus*. Mais par son importance et ses rapports avec ceux qui précèdent, et pour l'intelligence des considérations sur l'organisation générale, par lesquelles je terminerai ce genre, j'ai senti la nécessité de la décrire ici.

1771. Un os est une substance dure, blanche, plus ou moins compacte, inaltérable à l'air sec, insoluble dans l'eau froide, réductible en gélatine par l'action de la vapeur, et surtout dans la machine à Papin (1548), et donnant par la calcination près de moitié de son poids de cendres, composées de $\frac{4}{5}$ de phosphate calcaire et de $\frac{1}{5}$ de carbonate de la même base. Certains os offrent, entre deux *tables* aussi compactes que l'ivoire, une portion plus poreuse, dont les mailles

nt remplies de substance rougeâtre, et que l'on nomme *iploé*. En outre, certains autres présentent encore, dans le entre de leur cylindre, une moelle graisseuse qui en prend forme. Les muscles sont les ressorts des os sur la surface esquels ils s'attachent; les vaisseaux en pénètrent la subance et y portent la vie.

§ I. ORGANISATION DES OS.

1772. Afin de pouvoir étudier la structure de l'os au microscope, il faut nécessairement se servir des os qui se déloppent sous forme de lames minces, et les prendre à leur remier état de développement. Soit, en effet, un des os du râne d'un fétus humain long de 12 centimètres, c'est-à-dire ui est arrivé environ au deuxième ou troisième mois de la estation; j'en ai représenté un fragment pris sur ses bords pl. 12, fig. 5). On y voit un réseau d'anastomoses imitant si ien des vaisseaux, que si l'on n'était pas averti, on ne manuerait pas de commettre cette méprise.

1773. Mais si l'on promène sur sa surface, à l'aide d'une ointe, une goutte d'acide hydrochlorique, on voit aussitôt s bulles d'acide carbonique parcourir l'intérieur des tubes astomosés en réseau, et les parois de ces tubes s'affaisser u à peu les unes contre les autres, en sorte que bientôt tout réseau s'efface, et qu'au lieu de ces anastomoses, on n'a us sous les yeux qu'une membrane simple et homogène. incrustation du carbonate calcaire avait donc eu lieu sur ute la paroi interne de chacun de ces tubes; et ces tubes aient encore creux, comme l'indiquent les bulles de gaz ui circulaient librement dans l'intérieur de ceux que l'acide a pas attaqués. Je n'émettrai donc pas une opinion extraornaire, en considérant ce réseau comme un réseau primitivement vasculaire, qui s'est changé en un réseau osseux, par dépôt opéré, sur ses parois, du sel calcaire que charriait le quide de la circulation. Je ne m'occuperai de la cause qui a

présidé à cette incrustation qu'en m'occupant des bases des tissus organiques (*deuxième classe*) ; je ne dois me livrer ici qu'à l'étude de cette organisation, c'est-à-dire à celle du mécanisme de l'accroissement progressif des os.

1774. Or, si l'on examine à cette époque la structure du crâne d'un tel *fœtus*, on aura lieu de remarquer que la portion supérieure de la boîte crânienne se compose extérieurement de sept cellules principales, dans chacune desquelles est logée une des lames osseuses qui représentent les deux os frontaux, les deux pariétaux, les deux temporaux et l'occipital : ces lames osseuses s'amincissent de plus en plus, en approchant des bords. Les sept cellules principales en sont ce que les anatomistes nomment le *périoste*. Mais, car il est important de le faire observer, on voit évidemment que chacune de ces sept lames osseuses tient, par un point médian de sa surface extérieure, à la paroi correspondante de sa *cellule-périoste*, de la même manière que nous avons vu les *globules amylacés* et *adipeux*, tenir, par leur *hile*, à la paroi de la cellule qui les engendre (1001, 1491).

1775. La théorie de l'ossification étant démontrée par une expérience directe, et d'après le développement d'une forme d'os, doit être nécessairement vraie à l'égard du développement des os de toutes les formes. Or, nous venons de retrouver la cellule génératrice imperforée de l'os, dans le périoste; nous avons vu que la masse osseuse tenait à ses parois par un point de sa surface, et que c'est par ce point que s'alimente sa vascularité. Si maintenant cette cellule génératrice, ce périoste cesse d'être pressé latéralement et par deux faces seulement de sa périphérie, qu'il puisse se développer soit en longueur et en forme de cylindre, ou bien dans tous les sens et en forme sphéroïdale plus ou moins irrégulière; la masse, douée d'une vascularité osseuse, prendra les configurations d'un *humerus*, d'un *cubitus*, d'un *radius*, d'un *fémur*, d'un *tibia*, dans le premier cas, et celle d'une *rotule*, d'un *calcanéum*, de la tête du fémur dans le second

cas; enfin selon les positions qu'il occupera dans l'organisation, selon le nombre des voies qui resteront ouvertes à son développement, il variera de forme, de consistance et de dimension. Mais de même que les cellules non ossifiées sont susceptibles de s'associer en une masse cellulaire par l'agglutination de leurs parois contiguës, de même les cellules osseuses, en se refoulant et se pressant mutuellement dans leurs développements respectifs, seront dans le cas de s'agglutiner, de se pénétrer et de former un seul tout apparent, en s'unissant paroi à paroi toutes ensemble; et dans ce cas toutes les grandes cellules osseuses qui déborderont la masse, prendront le nom d'*apophyses* ou d'*épiphyses*, selon qu'on apercevra ou non les traces de la soudure. On donne le nom de *symphyse* au point d'adhérence d'un os à l'autre, dont on découvre les traces à l'œil ou dont on peut de souvenir marquer la place. Les grandes masses osseuses ont autant de *symphyses* au moins que nous pouvons compter de protubérances sur leur surface; seulement ces *symphyses* datent d'une époque à laquelle il nous est impossible d'en surprendre les diverses lignes de démarcation, ou appartiennent à des cellules qui se sont toutes ossifiées à la fois, et qui s'étaient agglutinées paroi à paroi avant leur ossification même.

1776. Pour concevoir le mode d'accroissement des cellules osseuses, il n'est besoin que de continuer le plan d'organisation que l'anatomie de l'os embryonnaire vient de nous faire découvrir, c'est-à-dire d'admettre que la masse osseuse (pl. 12, fig. 5) est un emboîtement de cellules plus internes, comme elle est emboîtée elle-même dans une cellule périoste. Cela étant, et la lame osseuse étant une série décroissante de cellules du dehors en dedans, et chacune de ces grandes cellules étant un agrégat de cellules secondaires, toutes également susceptibles du développement d'où elles émanent; d'un autre côté, l'ossification n'étant que l'incrustation des sels calcaires sur les parois internes des canaux vasculaires de la circulation, admettons que les cellules (*a*) s'accroissent en longueur; la

circulation viendra peu à peu tapisser d'incrustations calcaires les parois du canal qui, n'étant que le dédoublement (1595) de deux cellules contiguës, aura dû s'allonger nécessairement avec les deux cellules elles-mêmes. Sur les cellules externes (1276) de la lame, on surprendra ces canaux à une époque où ils offriront deux portions, l'une, la plus ancienne, qui sera déjà incrustée, et l'autre, celle de nouvelle formation, qui, dénuée d'incrustations, se confondra à l'œil, par sa consistance, avec le pourtour de la cellule même; en sorte que la portion incrustée du canal débordera la lame, sous forme d'apophyse épineuse et d'anfractuosité. A mesure que toutes les masses osseuses se développeront par ce mécanisme, elles se rapprocheront les unes des autres par leurs bords; et il se trouvera un instant, où elles se pénètreront intimement, de telle sorte que le développement de l'une ne puisse plus avoir lieu que dans les anfractuosités (*c*) de l'autre, *et vice versâ*, ce qui formera le travail que l'anatomie désigne sous le nom de *suture*. Nous venons de décrire le développement de l'emboîtement le plus externe; le développement des emboîtements plus internes suit pas à pas et en proportion le développement de celui-ci; sur lequel ils se moulent tous, pour ainsi dire; et c'est par la reproduction indéfinie de ce type que la lame croît en épaisseur, tout en croissant dans les deux autres dimensions. Mais comme l'accroissement se fait ici autour d'un point central, par lequel la lame est abouchée avec le périoste, et que c'est par là que la circulation, qui apporte l'incrustation, rayonne dans tous les sens, il se produira une espèce de divergence plastique, un rayonnement de cellules qui restera empreint sur la surface de la lame osseuse, et qui sera d'autant plus visible que l'organe sera soumis plus jeune à cette étude; et c'est ce qu'on observe distinctement sur les os pariétaux, surtout du jeune fœtus.

1777. Chacun de ces rayonnements représente une rangée de cellules secondaires qui entrent dans la structure de l'emboîtement cellulaire, sur lequel elles se dessinent. Mais si le

développement de l'organe osseux s'était opéré dans une capacité cylindrique, et qu'il n'eût été gêné par aucune espèce de compression, chacune de ces rangées de cellules aurait pu se développer dans le sens du rayon du cylindre, elles se seraient toutes avancées dès lors vers le centre, et par conséquent elles auraient offert, par une section perpendiculaire à l'axe du cylindre, une tranche composée de rayonnements analogues, quoique plus nombreux, à ceux qui se dessinent sur une tranche d'orange. Le développement osseux s'exécute dans ce cas, d'après les mêmes lois que dans le premier exemple, seulement le moule en est différent.

1778. Mais, comme les emboîtements s'engendrent à l'intérieur et par une série décroissante, il s'ensuivra que les emboîtements de ce cylindre les plus durs seront les emboîtements externes, car ils seront dans tous les cas les premiers en formation, les plus anciens en date, et partant les plus riches en incrustations calcaires, et que, d'un autre côté, et par la raison inverse, les emboîtements les plus internes seront les plus mous, les moins riches en incrustations, et les plus riches au contraire en substances organisatrices (856); ils formeront la moelle, qui se détache par la cuisson, en un cylindre graisseux, comme la moelle de certaines tiges végétales se détache d'un bloc à une certaine époque.

1779. De même que l'organe osseux est susceptible de développement, de même il est susceptible, ainsi que tous les autres genres d'organes, de décroître et de s'épuiser, de s'amaigrir enfin ; c'est-à-dire qu'il peut s'épuiser au profit du développement des organes voisins, ou d'une élaboration anormale et dévorante; ses cellules de gros calibre peuvent se vider de leurs sucs, et se réduire à leurs simples parois osseuses; le tissu prendra alors le nom de *diploë*; les parois membraneuses de ces cellules peuvent à leur tour se décomposer, en sorte qu'il ne reste que le réseau vasculaire osseux, qui présentera dès ce moment à la dissection ou un feutre osseux, ou des longs filaments solides, entrecroisés dans diffé-

rents sens ou différentes longueurs. Enfin, si la circulation incrustante est acide au lieu d'être neutre, elle cessera d'incruster les parois, elle dissoudra les sels calcaires qu'elle déposait auparavant; et au lieu d'engendrer l'ossification, elle ramollira les os déjà formés, elle ramènera la cellule osseuse à l'état d'une cellule molle; ce phénomène prendra le nom de ramollissement des os, d'*ostéomalacie*.

1780. Puisque les os ne sont autre chose que des organes cellulaires qui s'incrustent de jour en jour de sels calcaires, il est évident que l'on doit les trouver d'autant moins consistants qu'on les observera sur un sujet moins âgé; et si l'on cherchait à appliquer des noms spéciaux aux diverses phases de cette consistance progressive, la nomenclature s'enrichirait sans fin à chaque nouvelle observation. Car l'os du fœtus est d'abord réduit aux caractères d'un cartilage flexible, qui devient de plus en plus consistant, et cela par des nuances indéfinies, progression qui continue chez l'enfant, qui acquiert son terme le plus élevé chez l'adulte, et qui décroît chez le vieillard. Mais avant d'avoir les caractères du cartilage, l'os du fœtus offre, dans ses petites dimensions, ceux du ligament et du tendon.

1781. Observez que tout tissu, de quelque dénomination qu'il puisse être, est susceptible de devenir osseux, par suite du même travail qui préside à l'ossification des os normaux et proprement dits; les artères s'ossifient chez le vieillard; le cœur s'ossifie en grande partie dans une foule de maladies; bien d'autres tissus charnus s'exostosent dans des cas extraordinaires, et avec des caractères aussi variés que le sont les termes de la progression organisatrice qui ossifie. Chez les poissons, les os sont cartilagineux, et cela avec deux caractères de consistance, sur lesquels sont fondées les deux divisions des poissons à charpente osseuse et des poissons à charpente cartilagineuse. C'est-à-dire que, chez les uns, les os plus cartilagineux que chez les animaux terrestres, le sont moins que chez les poissons désignés plus spécialement sous le nom de

poissons cartilagineux. Chez certains animaux, nous voyons l'*aponévrose* externe du muscle (1563) revêtir les caractères du tendon, le tendon prendre celui du cartilage, et tous les muscles qui entourent le *tibia* des oiseaux (ce que l'on est à même d'observer à chaque instant sur les gallinacées) se terminer par tout autant de tendons ossifiés.

1782. Ce n'est donc pas par des caractères chimiques tranchés, que l'on est en droit d'établir une différence entre le ligament, le tendon, le cartilage et les os; car évidemment ces quatre sortes d'organes ne sont que quatre termes arbitrairement pris, sur la progression qui incruste de sels calcaires un tissu animal. Ce n'est pas même d'après les principes de l'anatomie comparée qu'il est permis de fixer ces différences; c'est simplement d'après les études de l'anatomie spéciale, et selon les rapports de position. En chimie, nous pourrions distinguer approximativement quatre phases d'ossification : la première, qui affecterait le caractère flexible, quoique résistant, du *ligament;* la seconde, le caractère élastique, mais moins flexible du *tendon*; la troisième, le caractère croquant et cassant du cartilage; et la quatrième et dernière, le caractère de dureté et de compacité inflexible de l'*os;* et entre ces quatre jalons, l'observation est dans le cas de placer des milliers de nuances. Sous le rapport anatomique, nous donnerons le nom de *ligaments* à des tissus qui unissent deux os ensemble, qui se prêtant à tous leurs mouvements sans en provoquer aucun, les retiennent emboîtés l'un dans l'autre, ou pivotant l'un sur l'autre; dont l'unique fonction, enfin, est d'empêcher les déplacements de ces leviers de la locomotion. Le *tendon* sera le ligament qui unira le muscle à un os quelconque; ce sera l'aponévrose revêtant les caractères d'un cordon ligamenteux; le *cartilage* sera une couche osseuse; moins dure que l'os, d'un tissu plus serré quoique plus flexible, recouvrant comme d'un coussinet les surfaces qui supportent un frottement continu, unissant deux systèmes osseux, que le jeu des viscères internes tend à écarter et à rapprocher al-

ternativement l'un de l'autre par des oscillations régulières et continues ; le *ligament* sert de charnière, le *tendon* de point d'attache, le *cartilage* de coussinet. Mais, nous le répétons, la chimie actuelle est impuissante à déterminer la ligne de démarcation qui sépare ces diverses ossifications entre elles.

1783. Peut-être est-il permis d'entrevoir que la solution du problème est dans le cas de se trouver dans l'excès de la combinaison des sels calcaires sur leur incrustation, et réciproquement; c'est-à-dire que le cartilage pourrait être le tissu osseux, dont la membrane serait moins incrustée de carbonate calcaire, mais combinée (855) à une plus grande quantité de phosphate de chaux; et que l'os proprement dit serait le cartilage, c'est-à-dire la combinaison organisée du tissu animal avec le phosphate de chaux, incrustée de plus de la quantité de carbonate de chaux qu'y indique approximativement l'analyse. On peut ramener, en effet, l'os le plus compacte à la consistance du cartilage, en le laissant macérer dans l'acide hydrochlorique étendu d'eau, qui dissout le carbonate calcaire incrusté (1273), et attaque à peine le phosphate calcaire, que je suppose combiné, et formant la base du tissu organique. Nous reviendrons sur ces idées en nous occupant spécialement des bases terreuses des tissus.

§ II. EXAMEN DES ANALYSES CHIMIQUES QUI ONT EU POUR OBJET L'ÉTUDE DES DIVERSES ESPÈCES D'OSSIFICATIONS CI-DESSUS ÉNUMÉRÉES.

1784. Os PROPREMENT DIT. — La découverte du phosphate de chaux dans la substance des os remonte à J.-C. Gahn. Scheèle révéla, en 1771, au monde savant, la communication qu'il en avait reçue de Gahn; il annonça en même temps la découverte de l'acide fluorique à l'état de fluorure de chaux, que trente ans plus tard Morichini rencontra dans l'ivoire fossile et l'émail des dents. Fourcroy et Vauquelin (1800 et 1807) trouvèrent dans les os du phosphate de magnésie, de l'alu-

ine, de la silice, de l'oxide de fer et de l'oxide de manganèse. Le carbonate de chaux y a été constaté à une époque qui appartient aux temps de l'alchimie. Le phosphate de chaux, d'après Berzélius, est un sous-phosphate à un degré tout particulier de saturation dont la formule atomistique serait : 8 Ca O + 3 P^2 O^5 ; sel que l'on obtient toujours quand on précipite le phosphate de chaux ordinaire à l'aide de l'ammoniaque. Mais, de même que dans toutes les autres circonstances, les chimistes ont raisonné sur ce qui se passe dans la nature, d'après les résultats artificiels de la manipulation, et ils ont interprété les phénomènes de l'organisation, d'après les produits de la désorganisation ; c'est par suite de ce genre d'induction que le phosphate des os est devenu un sous-phosphate *suí generis* et d'une formule théorique tout-à-fait particulière. En effet, pour obtenir à part le phosphate des os et en déterminer les proportions, on commence par attaquer les os calcinés au moyen du vinaigre distillé, qui est censé dissoudre tout le carbonate calcaire insoluble, en le transformant en acétate de chaux qui est soluble ; on attaque ensuite le résidu, au moyen de l'acide hydrochlorique étendu, qui est censé ne dissoudre que le phosphate de chaux ; on filtre la liqueur pour la dépouiller de tous les détritus que le feu n'aurait pas entièrement désorganisés ; on verse de l'ammoniaque dans le liquide ; le précipité produit par la présence de ce réactif est censé représenter le phosphate de chaux, précisément à l'état de saturation où il existe dans les os, c'est-à-dire à l'état de sous-phosphate de chaux = 8 Ca O + 3 P^2 O^5. Mais tout cet échafaudage de synthèse théorique croule, dès qu'on cherche à interpréter l'action de l'acide acétique sur les os calcinés. La théorie admet que l'acide acétique dissout tout le carbonate calcaire qui existe dans les os, en sorte que l'acide hydrochlorique ne saurait plus réagir que sur le phosphate à l'état le plus complet d'isolement. Mais s'il arrivait que le phosphate de chaux se trouvât dans les os, combiné, comme base terreuse (855), avec la substance or-

ganique, sur les parois de laquelle le carbonate calcaire est tout simplement incrusté, il s'ensuivrait que la calcination, en éliminant les éléments gazeux qui forment la substance organique, déposerait le phosphate de chaux comme une couche imperméable sur la majeure partie du carbonate de chaux, c'est-à-dire sur toute la quantité dont se seraient tapissés les canaux les plus ténus (1273), ceux dont la calcination aurait le plus facilement obstrué les orifices. Or, alors même qu'on ne serait pas porté à admettre cette hypothèse comme étant l'expression de la réalité, il serait impossible de ne pas convenir que le phosphate de chaux occupe une région différente de celle qui est dévolue dans l'organisation des os au carbonate calcaire; et cela suffit pour arriver au même résultat théorique, c'est-à-dire pour conclure que la calcination emprisonne une grande partie de carbonate calcaire ou au moins de chaux calcinée, dans les molécules agglomérées du phosphate de chaux. Cela étant, l'acide acétique, qui ne dissout pas le phosphate, ne saurait par conséquent atteindre et dissoudre le carbonate alcalin que le phosphate recouvre. L'acide hydrochlorique, qui sera destiné à attaquer le phosphate, dissoudra donc en même temps le carbonate qu'il aura éliminé, le liquide acide renfermera donc en même temps du phosphate de chaux, de l'hydrochlorate de chaux et même du carbonate en dissolution, que l'acide étendu n'aura pu attaquer. Or, l'ammoniaque, en s'emparant de l'acide hydrochlorique en excès, qui sert de dissolvant à tous ces sels, précipitera donc non seulement le phosphate de chaux, mais encore la chaux qui servait de base et au carbonate, et à l'hydrochlorate, et même à l'acétate. Ce sera donc un mélange de phosphate de chaux et de chaux à divers états. Quand donc on cherchera à déterminer les proportions des divers éléments de ce sel, si l'on ne tient compte de ces principes, on attribuera au phosphate toute la quantité de chaux qu'on aura isolée de ce mélange, on aura donc un sous-phosphate de chaux avec un grand excès de chaux.

1785. Pour déterminer les proportions de magnésie, on ssout les os calcinés dans l'acide nitrique, on sature la dislution par l'ammoniaque, sans la troubler, on précipite cide phosphorique par l'acétate de plomb; on filtre la liqueur, on en sépare l'excès de plomb par le gaz hydrosulfuque, on sature avec l'ammoniaque, et on verse dans le liuide de l'oxalate d'ammoniaque qui en sépare la chaux; on tre de nouveau la liqueur, on l'évapore à siccité, on calcine masse dans un creuset de platine. Le résidu est de la maésie, mêlée aux traces d'oxide de fer et de manganèse que os peuvent contenir, et dont il est si facile de reconnaître présence au moyen des réactifs (102, 698); l'existence l'alumine et de la silice dans la structure des os est encore uteuse. Quoi qu'il en soit, ce procédé est trop compliqué, ur que le résultat définitif soit en état de représenter toute quantité, et rien que la quantité de magnésie qui existe ns les os.

1786. En résumé on calcine les os, pour évaluer par la sée la quantité de substance organique que l'organe a perdu. n dissout le carbonate de chaux dans l'acide acétique, on précipite par l'acide oxalique; on calcine de nouveau le écipité pour connaître les proportions de chaux, et par celle la chaux les proportions du carbonate calcaire. On dissout phosphate de chaux dans l'acide hydrochlorique, et on le écipite *intégralement* par l'ammoniaque, pour en reconître le poids, après l'avoir desséché suffisamment. On reonnaît le poids de la magnésie, par le précipité que l'on obent d'une manière si compliquée, de sa dissolution dans acide acétique. En outre, Berzélius démontre chimiquement présence des vaisseaux qui pénètrent le cartilage des os et s nourrissent, en faisant macérer des os bien nettoyés dans l'acide hydrochlorique étendu, jusqu'au point où ils ont erdu la moitié de leurs sels; « il les lave à l'eau froide, puis les met en contact avec de l'eau à près de 100° pendant ingt-quatre heures, en ayant soin de ne point agiter le li-

quide. La portion de cartilage, dit-il, dépouillée de ses sels calcaires se dissout, laissant à nu, sous la forme d'une pluche blanche, les petits vaisseaux qui sortent de la portion non décomposée de l'os. Ces vaisseaux se reconnaissent à la loupe; le moindre attouchement les déchire. Ce sont eux qui rendent trouble la liqueur, lorsqu'on fait fondre le cartilage dans l'eau bouillante; ce sont eux également qui donnent la soude et le sel marin et un extrait analogue à celui de la viande. » Nous sommes loin d'admettre comme positifs les faits contenus dans une semblable analyse; et nous sommes convaincus que l'anatomie démontre mieux que ne saurait le faire la chimie, la présence et la disposition du réseau vasculaire qui porte la vie dans la substance des os; ce n'est pas par des procédés qui désorganisent que l'on doit prétendre à relever le tracé de l'organisation. Nous ne savons en vérité pas à quels caractères l'auteur distingue à la loupe un vaisseau d'un autre organe; et il nous paraît, d'après sa description, que c'est seulement à la faveur de la forme fibrillaire. Mais à ce compte, tout tissu qui se désorganise dans l'eau présenterait, non seulement un feutre, mais encore des flocons de vaisseaux. Ensuite, le caractère d'un vaisseau plongé dans un tissu est précisément le contraire de celui que Berzélius lui assigne; un vaisseau n'est jamais isolé comme certains ramuscules nerveux, il traverse toujours au moins une membrane qu'il dédouble, et ce n'est que par la pensée et l'abstraction qu'on peut le figurer et le décrire isolé et réduit à ses parois, comme un simple canal. Ce qu'a donc vu Berzélius n'était pas tout vaisseau. Enfin, les os sont pénétrés de deux ordres d'organes vasculaires : 1° de vaisseaux propres qui portent les produits de la circulation sanguine dans les anfractuosités de l'os, pour fournir au développement de toutes ses cellules; 2° du réseau ossificateur, des vaisseaux spéciaux de la circulation incrustante; vaisseaux qui ne diffèrent des premiers que par le mode d'élaboration, et non par la forme, et qui sont susceptibles d'être obtenus à part, comme les

res, par l'oblitération de la membrane des cellules, dont ne sont que le dédoublement. Lequel de ces deux ordres vaisseaux a cru voir Berzélius? Il n'est pas vrai de dire ce qui rend trouble la liqueur, lorsqu'on fait dissoudre cartilage dans l'eau bouillante, soit composé uniquement ces vaisseaux. C'est une hypothèse que l'auteur se permet tuitement, et dont il eût été bon qu'il avertît le lecteur. la liqueur est rendue trouble par tous les fragments des mbranes et parois cellulaires, que les acides ont isolées, le dégagement violent de l'acide carbonique, qui, pour se e jour, a dû déchirer et réduire en lambeaux microscoues tout ce qui faisait obstacle à son dégagement. Enfin, n'est pas à la membrane de ces vaisseaux, mais bien au g lui-même qui circulait dans les os, qu'il faut attribuer soude et le sel marin que l'analyse rencontre dans les sels os. Car il faut de toute nécessité tenir compte de ce sang, isqu'on n'a pris aucun soin de l'extraire avant l'analyse, et faut bien que les sels de son fait se trouvent quelque part is les résultats.

1787. Suivant Fourcroy et Vauquelin, les os de bœuf seent composés d'environ :

Tissu cellulaire.	50
Phosphate de chaux	37
Carbonate de chaux	10
Phosphate de magnésie.	1,3
Alumine, silice, oxide de fer, oxide de manganèse, des traces.	

1788. Suivant Berzélius, les os d'homme et de bêtes à rnes renfermeraient :

	Homme.	Bœuf.
1° Cartilage complétement soluble dans l'eau. . .	32,17	33,30
2° Vaisseaux	1,13	
3° Sous-phosphate de chaux avec un peu de fluorure de calcium	53,04	57,35
4° Carbonate de chaux . .	11,30	3,85
5° Phosphate de magnésie ? .	1,16	2,05
6° Soude et sel marin. . .	1,20	3,45
	100,00	100,00

1789. 1° La substance que Berzélius désigne sous le nom de cartilage revient exactement à celle que Fourcroy désigne sous celui de tissu cellulaire, qui est le terme propre, car du moins il a le mérite d'exprimer une analogie. L'épithète avec laquelle Berzélius accompagne le nom qu'il impose à la portion organique des os, est encore plus impropre que le nom lui-même ; elle est contradictoire dans les termes, car il n'est pas en anatomie une seule espèce de cartilage qui soit soluble dans l'eau. Au reste, la solubilité de cette substance dans l'eau est due à une erreur d'observation ; l'auteur a pris un phénomène de suspension pour un phénomène de dissolution; il a vu un état liquide dans un état gélatineux.

1790. 2° Que l'auteur ait cru devoir donner la description des fibrilles qu'il a prises pour des vaisseaux, rien n'était moins digne de reproche ; mais qu'il ait fixé dans une analyse, et à la suite d'une manipulation chimique, les proportions exactes en poids de ces équivoques objets, c'est une prétention à un tour de force dont l'analyse est incapable. L'auteur aurait mieux fait de réunir ces deux nombres dans l'analyse des os de l'homme, comme il s'y est décidé dans l'analyse des os du bœuf.

1791. 3° Le fluorure de calcium aurait tout aussi bien figuré dans les autres articles que sous la rubrique du sous-phosphate de chaux ; il existe du reste en si faible quantité,

on n'en constate la présence que par les traces de son pas-
ce qu'il laisse sur le verre du récipient. On place un mé-
ge d'os calcinés et d'acide sulfurique étendu d'un poids
au égal au sien, dans une cornue que l'on lute, après la
sation de l'effervescence, avec un récipient en verre. On sou-
t le liquide à la distillation, et l'on recueille de l'acide hy-
fluorique dans le récipient, car les parois du verre ont été
igées sur tout le passage des gouttes condensées, et il s'est
mé de l'acide hydrofluosilicique. L'auteur avait, dans une
mière analyse, porté les proportions du fluorure de cal-
m dans les os à 2 pour 100; mais il s'est assuré, dans une
lyse subséquente, que ce chiffre était exagéré.

1792. 4° Ce qui doit paraître surprenant, c'est que les os
bœuf ne contiennent que près de 4 sur 100 de carbonate,
and les os d'homme en contiennent près de 12. Et nous ne
avons expliquer la différence qu'offre, sous ce rapport, l'a-
yse de Berzélius avec celle de Fourcroy, qu'à la faveur des
nnées que nous avons établies plus haut (1784), relative-
nt à la composition intime du sous-phosphate de chaux des
Chez le bœuf, les procédés chimiques employés par Ber-
ius auront été de nature à laisser le carbonate de chaux
prisonné d'une manière plus tenace, par le phosphate de
aux, qui l'aura protégé comme d'une couche imperméable
atre l'action de l'acide acétique. Rien n'est plus facile de
ncevoir que les os desséchés ou soumis préalablement à la
aleur soient moins attaquables par les acides faibles que
os frais; car, dans ce cas, le carbonate calcaire est pro-
gé, non seulement par le phosphate, mais encore par la
mbrane animale qui, en se contractant par la dessiccation,
dû non seulement resserrer ses pores, mais encore obstruer
orifices des canaux vasculaires, sur les parois desquels
st produite l'incrustation calcaire. Il est encore permis de
ésumer que la différence dans la configuration du tissu in-
usté influera notablement sur la différence des proportions
carbonate par rapport au sous-phosphate; en sorte que le

carbonate variera en poids, selon que l'on soumettra à l'analyse l'humérus ou le fémur, le *cubitus* ou le *tibia*, un os de la boîte crânienne ou un des os du bassin, les os du carpe et du métacarpe et les os du tarse et du métatarse. Il ne suffit donc plus d'indiquer l'espèce d'animal dont on aura soumis les os à l'analyse chimique; mais il faudra encore désigner dans quelle région du squelette on aura choisi de préférence l'os, dont on se propose de reconnaître les principes constituants; les deux ou trois analyses comparatives que nous possédons ne sont donc rien moins que comparatives, et l'étude des rapports d'espèce à espèce est à reprendre sur une échelle plus large et d'os à os, ce à quoi ni Fourcroy ni Berzélius n'ont pas songé. Aussi n'attachons-nous pas la moindre importance aux résultats suivants, par lesquels ce dernier auteur a établi les proportions de carbonate et sous-phosphate qui se trouveraient, d'après lui, dans 100 parties d'os calcinés, chez les cinq animaux dont les noms suivent :

	Phosphate.	Carbonate.
Lion.	95,0	2,5
Brebis	80,0	19,3
Poule.	88,9	10,4
Grenouille	95,2	2,4
Poissons.	91,9	5,3

Une dernière réflexion achèvera de démontrer toute l'incertitude que laissent, dans un esprit philosophique, les résultats obtenus par ce procédé. La calcination poussée un peu trop loin, ou continuée pendant un certain temps, change le carbonate en chaux vive; et comme on juge de la présence du carbonate par l'effervescence que produit le dégagement de l'acide carbonique, et que la chaux vive se combine avec l'acide sans effervescence, on décantera l'acide, bien avant qu'il ait dissous la portion de chaux, qui, dans les os, appartenait au carbonate; car on décantera, dès que l'effervescence cessera d'avoir lieu, et on reportera cette quantité sur le sous-

osphate que l'on aura dissous dans l'acide hydrochlorique. · il est des os plus poreux que d'autres, et qui, par conséquent, se calcineront plus vite que d'autres, et chez qui le rbonate de chaux deviendra plus vite et en plus grande antité alcalin, chez qui donc l'analyse commettra des erırs plus graves, en établissant les proportions des deux sels · des résultats aussi peu conformes à l'état primitif des oses.

1793. 5° La magnésie existe plutôt à l'état de carbonate à celui de phosphate dans les os; elle se combine avec cide phosphorique dans l'acte de la calcination; et l'acide osphorique provient du phosphate d'ammoniaque, dont chimistes n'ont pas soupçonné l'existence. C'est au même osphate d'ammoniaque décomposé par le temps, qu'il faut ribuer l'acidité des os qu'on a trouvés dans un tombeau de glise Sainte-Geneviève, os qui avaient près de sept cents ..

794. Cartilages. — Dans l'analyse des cartilages, on aît n'avoir eu en vue que de constater l'absence du sel eux, que nous avons dit exister chez les os à l'état d'instation. On a conclu que les cartilages en général ne rennaient aucune parcelle de carbonate, parce que, dans le , le cartilage en renferme une quantité trop minime pour les réactifs en rendent la présence sensible. On n'a pas ssé plus loin l'examen, et on s'est fort peu occupé des qui, d'après nous, se trouvent, dans les cartilages comme s les os, à l'état d'une combinaison intime avec la memnc organique. Et sur un examen aussi peu approfondi, la nie n'a pas craint d'établir des analogies.

795. Les os des poissons *osseux* forment le passage des roprement dits, des os des mammifères et des oiseaux, à la rpente cartilagineuse des os des poissons dits *cartilagix*. Les os du brochet, qui appartiennent à la premièr se, seraient composés, d'après Dumenil, de :

Matière animale	37,36
Phosphate de chaux.	55,26
Carbonate de chaux	6,16
Soude, chlorures, et autres phosphat.	1,22
	100,00

D'après Chevreul, les os du crâne du cabliau sont composés de :

Matière animale et humidité. . . .	43,94
Phosphate de chaux	47,96
Carbonate de chaux.	5,50
Phosphate de magnésie	2,00
Sel de soude, chlorure de soude. . .	0,60
	100,00

Mais quant aux os des poissons cartilagineux, là toute analogie cesse. D'après Chevreul, le cartilage du squale se gonfle peu à peu dans l'eau bouillante, devient transparent au point de ne plus être visible, mais ne se dissout que dans 100 fois son poids d'eau. L'acide hydrochlorique en opère la dissolution. Sa dissolution aqueuse n'est pas précipitée par l'infusion de noix de galle, et ne donne pas de gelée quand on l'évapore. D'où l'on conclut que la matière dissoute n'est ni de l'albumine ni de la colle (substance sans doute dont l'unique caractère est d'être collante). Traitée par l'alcool, cette substance se resserre et devient moins transparente; l'alcool, dit l'auteur, lui enlevant une graisse liquide (ce qui n'est certainement pas nécessaire pour que la matière devienne moins transparente, car il suffit à cet effet que l'alcool lui enlève les molécules d'eau qui l'imprégnaient auparavant, et partant formaient avec elle une masse transparente). Enfin la chimie a conclu que c'est là une matière d'une nature chimique toute particulière, qui mériterait un plus ample examen, *surtout si l'expérience démontrait*, a-t-elle ajouté, *que cette même matière remplace, chez les poissons cartilagi-*

neux, les sels terreux qui constituent les os des poissons osseux (conclusion curieuse, qui équivaut à celle-ci : la portion organique qui, d'après les chimistes, existerait seule chez les poissons cartilagineux, y remplacerait la matière terreuse qui existe unie à la portion organique chez les poissons osseux). Par une conséquence plus précise, la matière cartilagineuse des poissons serait analogue à du mucus. Mais qu'est-ce que le mucus? C'est sans doute quelque chose d'analogue à la matière cartilagineuse.

1796. Après le cartilage analogue au mucus, les chimistes ont distingué un cartilage qui se résout en colle, et un cartilage inattaquable par l'eau bouillante. Le premier existe dans les fausses-côtes, dans les cartilages des os proprement dits. Le second existe dans le cartilage des oreilles, du nez, de la trachée-artère. Mais ces différences dépendent du temps, pendant lequel on laisse les unes et les autres substances exposées à l'action de l'eau bouillante. Car dans la machine à Papin, les cartilages du second ordre se résolvent tout aussi bien en colle que les cartilages du premier dans l'eau bouillante non comprimée; et sous ce rapport, qui n'est autre qu'un rapport de durée, il faudrait, pour se montrer conséquent, admettre une liste plus longue de divers cartilages, selon que les uns se résoudront en colle, à une température plus élevée que les autres.

1797. D'après Frommherz et Gugert, les cartilages des fausses-côtes contiendraient 3,402 de cendres sur 100, et 100 parties de ces cendres se composeraient de :

Phosphate de chaux.	4,056
Carbonate de chaux.	18,372
Phosphate de magnésie	6,908
Sulfate de soude.	24,241
Carbonate de soude	35,068
Phosphate de soude	0,925
Chlorure de soude	8,231
Sulfate de potasse.	1,200
Oxide de fer et perte.	0,999
	100,000

On voit que les sels ne manquent pas, pour soutenir l'analogie du cartilage avec les os, et pour venir à l'appui de la théorie qui considère les cartilages comme une des phases dont l'ossification est la dernière.

1798. Moelle des os. — Berzélius l'a trouvée composée de 96 de graisse médullaire, 1 de membranes et vaisseaux, et 3 de liquides renfermés dans ces corps ; résultats qui représentent les trois opérations, auxquelles s'est livré l'auteur, mais nullement le nombre et les rapports proportionnels des substances que renferme la moelle. Qui ne savait, du reste, que la moelle renferme du bouillon, de la graisse et des membranes? La chimie organique fourmille pourtant d'analyses semblables, dont les chiffres, souvent placés par des approximations et des conjectures, ne se retrouvent pas deux fois à la même place et avec la même valeur.

1799. Diploe. — Berzélius a placé sous cette rubrique une ébauche d'analyse, qu'il a tentée sur une rondelle de vertèbre dorsale détachée avec la scie. Il a trouvé que, « desséchée au bain-marie, elle avait perdu 0,40 d'eau; que l'eau, mêlée avec un peu d'ammoniaque, enlevait au résidu sec 0,13, y compris une trace de graisse médullaire, et laissait 0,47 de tissu osseux. La perte, l'auteur l'attribue au liquide rouge,

spèce de sérum du sang à demi concret qui remplit, d'après
ui, la partie celluleuse du diploë, liquide d'un brun foncé,
ui prend une couleur rouge intense par l'effet du contact de
air, se dissout complétement dans l'eau *sans déposer de
brine*, se coagule par l'ébullition, et donne un liquide in-
olore, rougissant le papier tournesol. Ce liquide contient
5,5 parties d'eau, et 24,5 de matières solides. » On voit que
auteur hésite à admettre que ce liquide soit du sang; car il
e dépose pas de fibrine, et il donne après l'ébullition un
quide incolore, et qui rougit le tournesol. Or la fibrine,
'est-à-dire, d'après nous, l'albumine, ne se dépose du sang
ue lorsque le liquide n'est pas étendu d'eau; mais si vous
élayez un liquide sanguin dans l'eau, la fibrine ne se dépo-
era pas, vu que l'albumine du sang est soluble dans l'eau,
t que, dans ce cas, on emploie une assez grande quantité
'eau pour la dissoudre; et alors même, si on attend quel-
ues heures, avant de soumettre le liquide à l'ébullition, on
rouvera qu'il rougit la teinture de tournesol; car l'albumine
u sang très étendue vire, comme la farine (1249), à une aci-
ité de plus en plus prononcée. Enfin ce n'est pas sur une
xpérience de détail aussi vague, qu'on peut généraliser la
omposition chimique du diploë. Le *diploë*, du reste, ne
iffère de la *table* de l'os, auquel il appartient, que de la même
nanière qu'un os diffère souvent d'un autre os plus com-
acte et plus avancé en âge et en organisation; c'est une
ortion osseuse, dont les cellules se sont arrêtées, dans leur
léveloppement vésiculaire, à des dimensions assez grandes,
our être appréciées à la vue simple, et dont partant les ca-
aux vasculaires sanguins ont été moins resserrés par les
arois ossifiées des cellules, dans le dédoublement desquelles
ls se sont frayé une route.

1800. Tendons et aponévroses. — La paroi membra-
neuse externe du muscle principal passe à la consistance
aponévrotique, en s'approchant de son point d'attache, et en-

suite, par des nuances insensibles, à la consistance tendineuse, par laquelle l'organe se termine souvent sous forme de cordon blanc, nacré, flexible, mais résistant, dont le tendon d'Achille est le type le mieux caractérisé. L'aponévrose ne diffère du tendon que par sa structure membraneuse. Le travail de l'ossification commence pour ainsi dire à l'aponévrose, et se termine à la table de l'os. Les tendons et les aponévroses se dissolvent, ou plutôt s'étendent dans l'eau bouillante en gélatine, beaucoup plus vite que les autres substances qui forment les autres termes de la progression osseuse. Quelques heures d'ébullition suffisent pour que certains tendons se changent en une masse tremblotante. Certains tendons résistent cependant autant que les tissus les plus rebelles à la gélatinisation. Desséchés à l'air, les tendons les plus résistants ne se putréfient pas, ils diminuent de volume, perdent de leur souplesse sans devenir cassants, acquièrent une certaine transparence et une couleur jaune-rougeâtre ; ils prennent les caractères des tissus cornés dont nous parlerons plus bas; ainsi se comporte le tendon d'Achille du bœuf. Mais, ainsi que tous les tissus animaux, cet organe desséché reprend toutes ses propriétés primitives, par une macération de vingt-quatre heures environ dans l'eau. Les tendons se dissolvent plus facilement dans l'eau, lorsqu'on les a tenus quelque temps dans l'acide acétique ou l'acide hydrochlorique étendu, etc.

1801. La structure des aponévroses et des tendons rappelle celle des muscles, dont ces deux substances ne semblent être, pour ainsi dire, que le squelette réduit à ses moindres dimensions, et dépouillé de tous les liquides qui rendent turgescentes les cellules allongées du muscle (1564). Leur aspect est strié dans la direction de la longueur du muscle, il est comme fibrillaire.

1802. D'après Berzélius, les tendons, après s'être gonflés dans l'eau en ébullition, et avoir acquis une demi-transparence, deviennent muqueux, et se dissolvent ensuite; mais le chimiste fait remarquer que la dissolution est troublée par de

petits vaisseaux qui y nagent sous la forme d'un duvet. Il paraît qu'aux yeux de l'auteur, le caractère chimique du vaisseau consiste dans la forme fibrillaire et isolée; car voilà déjà la seconde circonstance (1786) où il prend des fibrilles nageant dans le sein d'un liquide pour des petits vaisseaux. Les vaisseaux de Berzélius, en réalité, ne diffèrent en aucune manière des organes qu'avant l'ébullition il désignait, dans les tendons, sous le nom de fibrilles. L'anatomie n'a jamais rencontré un seul vaisseau sanguin dans un tendon à l'état normal; la circulation s'y opère par des vaisseaux d'une autre origine. Nous concevons avec plus de difficulté ce que dit Berzélius *sur les graisses de tissu cellulaire, plongées dans l'intérieur du tendon et entourant ses fibres*, à la structure desquelles il attribue la forme annulaire et anguleuse que prend la section du tendon, lorsqu'on l'a fait macérer dans l'acide acétique concentré. Il est curieux d'observer avec quelle facilité les chimistes les plus rétifs à la méthode nouvelle, à la méthode basée sur l'alliance de la chimie et de l'anatomie microscopique, se permettent des théories d'organisation basées sur des idées préconçues et sur des inspirations du moment.

1803. Ligaments. — Les ligaments résistent plus longtemps à l'action de l'eau bouillante que les tendons; ils conservent encore leur résistance, après une ébullition de douze à seize heures, mais ils donnent pourtant alors une certaine quantité de colle. Ce qui démontre qu'en continuant l'ébullition, ils finiraient par disparaître entièrement, en se métamorphosant d'heure en heure en colle, aux dépens de la couche immédiatement en contact avec l'eau. Le ligament se dissout facilement, ainsi que le tendon, dans la potasse, dans les acides sulfurique, hydrochlorique, nitrique, surtout lorsqu'ils sont étendus d'eau et qu'on soumet le liquide à la chaleur; et dans l'un comme dans l'autre cas, la dissolution n'est précipitée ni par la potasse ni par l'hydrocyanate ferruré

de potasse, mais bien par le tannin et l'infusion de noix de galle. La masse que les acides et la potasse n'ont pas dissoute est, comme l'albumine traitée par ces réactifs (1535), également soluble dans l'alcool et dans l'eau.

1804. Berzélius est porté à trouver dans ces réactions une analogie entre les ligaments et la tunique fibreuse des artères; l'analogie est plus générale, et elle s'étend à tout tissu animal membraneux. Mais une nouvelle preuve a été fournie à Berzélius par l'analyse des ligaments jaunes chez l'homme; lorsqu'on chauffe ceux-ci, dit-il, ils éprouvent une sorte de demi-fusion, ils se boursouflent, et après la combustion complète, ils laissent une petite quantité de cendre blanche, principalement composée de phosphate de chaux. Devinez ensuite. Cette preuve établit immédiatement l'analogie des ligaments avec les os, sauf à étendre cette analogie à tous les tissus susceptibles de s'ossifier.

1805. Ossifications anomales. — Il n'est pas de tissu animal qui ne soit susceptible de s'ossifier par l'action de certaines influences perturbatrices; car il n'est pas de tissu qui n'offre, dans sa structure, un réseau sanguin et un réseau lymphatique de canaux, sur les parois desquels le liquide de la circulation est dans le cas de déposer une incrustation calcaire. Parmi les analyses qui ont eu pour objet l'étude de ces anomalies osseuses, la plus sans façon est sans contredit celle que Thénard a publiée relativement à diverses substances que lui avait transmises Dupuytren. L'auteur a conclu de ses expériences que toutes ces concrétions devaient principalement leur dureté au phosphate de chaux; mais il n'indique que le poids du résidu provenant de leur calcination jusqu'au rouge, résidu, ajoute-t-il, qui, parfois seulement, renfermait, outre le phosphate de chaux, une très petite quantité de carbonate de chaux. Or, nous sommes sûr que l'auteur a perdu de vue que la calcination réduit le carbonate, en sorte qu'il aura mis sur le compte du phosphate, une grande quantité de

l'alcali terreux provenant de la calcination du carbonate (1784). Quoi qu'il en soit, d'après lui, les substances suivantes laisseraient pour résidu, par la calcination :

Kyste osseux de la glande thyroïde. . . .	0,64
Kyste osseux de la même glande. . . .	0,65
Kyste osseux de la même glande. . . .	0,34
Plèvre ossifiée.	0,14
Ossification trouvée dans l'aorte. . . .	0,52
Ovaire de femme ossifié.	0,55
Glande mésentérique ossifiée.	0,73
Glande thyroïde ossifiée.	0,66
Concrétion trouvée à la surface convexe du foie dans un kyste recouvert par la péritonéale.	0,63
Concrétion osseuse trouvée au-dessus du ventricule latéral droit, dans la substance cérébrale d'une femme de trente ans. .	0,66

« Telle est aussi, à ce qu'il paraît, ajoute Thénard, abstraction faite de la matière animale, la composition des concrétions qu'on trouve dans les poumons de personnes menacées de consomption, quelquefois dans les amygdales. » Mais à laquelle des analyses précédentes se rapporte l'analogie signalée par Thénard? Est-ce à celle qui laisse 0,14 de résidu, ou à celle qui en donne 0,73? On voit qu'entre ces deux extrêmes la latitude de l'interprétation est assez large; et il nous semble que le sujet méritait d'être traité avec une apparence au moins de précision. Mais voici un nouveau contretemps qui n'est pas du fait de l'auteur. Crumpton a trouvé qu'une concrétion du poumon se composait de 82 de carbonate de chaux, et de 18 de matière animale et d'eau. Sans doute cette analyse ne se range pas, il s'en faut de beaucoup, dans la catégorie des précédentes; et l'exception arrive presque aussitôt que la règle générale. Il est vrai que si Thénard avait eu à analyser cette concrétion, le carbonate probable-

ment en aurait passé, par la calcination (1792), sur le compte du phosphate.

§ III. SUBSTANCES ANALOGUES AUX OS CHEZ LES DIVERS ANIMAUX.

1806. Il est une distinction grammaticale à établir, qui aurait coupé court à bien des discussions d'anatomie comparée et à des analogies, dont on a eu le droit d'être surpris, sans pouvoir préciser en quoi elles péchaient contre la logique. Il faut désormais établir une distinction anatomique, entre les ossifications et les os proprement dits, quoique sous le rapport chimique ces deux dénominations soient exactement synonymes. En effet, de ce que chimiquement tout tissu qui s'incruste de sels calcaires est une ossification, il serait absurde de conclure que toute ossification soit anatomiquement l'analogue d'un os du squelette des mammifères. Car il serait contradictoire dans les termes, qu'une pièce de la charpente d'un animal fût l'analogue d'une pièce qui, chez un autre animal, occupe une région opposée et remplit des fonctions toutes différentes, par cela seul qu'elle en aurait la consistance et l'incrustation. Si ce raisonnement était admissible à l'égard des ossifications, il ne devrait pas l'être moins à l'égard de tous les autres ordres d'organes, des muscles et des nerfs; et dès ce moment la confusion s'introduirait dans le système et la nomenclature, et chaque chose serait et ne serait pas telle à la fois. Si la coquille calcaire, dans laquelle se réfugie le colimaçon, est l'analogue de la vertèbre qui est plongée dans le corps d'un animal supérieur, il faudra aussi admettre que le muscle qui sert à sa reptation, est l'analogue de tous les muscles de nos deux membres pelviens; ensuite, pourquoi la coquille serait-elle plutôt l'analogue du squelette ou de la vertèbre que celui de la boîte crânienne d'un animal? Mais dans cette dernière supposition, pourquoi ne pas admettre que tout le corps d'un animal soit dans le cas de se réfugier dans la boîte de sa cervelle? Tel est au reste le ca-

ctère de toutes les théories *à priori*, c'est-à-dire des théo-es qui, partant d'un seul rapport observé, cherchent à dé-uvrir tous les autres, par induction, et sans avoir recours la filière et à la contre-épreuve de l'observation. L'induction oit s'arrêter aux deux termes de la comparaison, pour en ablir le rapport de ressemblance ou de différence qui con-itue la conclusion. L'observation doit succéder ensuite pour ablir un nouveau terme de comparaison et donner matière une nouvelle induction. Les auteurs français et étrangers d'a-tomie transcendante ne se sont livrés à tant de savantes di-gations, que pour n'avoir attaché de l'importance qu'à un ul rapport, et pour avoir cherché le type de l'unité dans ne des moins essentielles fonctions de l'organisme; ils ont ulu saisir l'analogie à son origine, en partant d'une pièce ui n'existe jamais à l'origine, et qui n'existe pas dans toutes s classes à l'époque du développement le plus avancé. En un ot, s'il n'est pas permis d'admettre que l'artère ossifiée, ue le cœur ossifié soit l'analogue anatomique de la vertèbre du squelette, il ne doit pas être permis davantage d'ad-ettre que les écailles de la tortue, que la coquille des mol-sques, soit l'analogue du squelette des vertèbres. La co-uille est chimiquement analogue à toute autre espèce d'os; ais anatomiquement elle n'est qu'une ossification, dont s'agit ensuite de reconnaître l'analogie avec toute autre es-èce d'organe, ossifié ou non.

1807. Coquille des mollusques. — Les naturalistes expli-uaient la formation de la coquille des mollusques, par une xsudation calcaire qui venait se concréter à la surface du orps de l'animal. Mais une exsudation ne se concrète pas; le est rejetée au dehors, non seulement comme un objet de but, mais encore comme une substance, dont la présence it un obstacle aux fonctions, et souvent un germe de putré-ction. Du reste, aucune exsudation en se concrétant n'af-ecte la régularité de structure, la symétrie des taches et le

poli enfin que l'on remarque sur le test des mollusques. Dans l'eau, une semblable excrétion ne pourrait jamais s'agglutiner à la surface du corps du mollusque; car la matière qui la compose ne saurait s'échapper au dehors du corps qu'à l'état liquide, et par des points isolés entre eux, à la manière enfin de la sueur; mais alors l'eau ambiante la reprendrait pour la dissoudre ou au moins pour l'enlever par grumeaux, à mesure qu'elle sortirait des canaux excréteurs; l'agglutination de ces molécules en une couche nacrée serait donc impossible dans un milieu agité qui sert de dissolvant à tant de choses. D'un autre côté, si vous opérez, sur l'étendue de la coquille adulte d'un animal vivant, une solution de continuité, l'animal répare peu à peu cette perte de substance avec les mêmes accidents et les mêmes taches qu'auparavant; seulement l'épaisseur n'en égale jamais celle des portions non endommagées. Or, l'excrétion d'un animal adulte ne devrait pas reproduire, au même endroit, les accidents de couleur et de surface de l'excrétion d'un animal moins avancé en âge. La coquille des mollusques n'est donc pas le produit d'une excrétion.

1808. La théorie, au contraire, qui nous a si bien servi à expliquer l'ossification des animaux vertébrés, peut s'appliquer avec un égal avantage à expliquer la formation et l'analogie de la coquille. Supposez, en effet, que la membrane externe et épidermique d'un animal s'incruste de carbonate calcaire, sur les parois internes des canaux vasculaires qui forment le réseau interstitiel (1595) du tissu cellulaire. Cette membrane deviendra peu à peu osseuse, en passant par toutes les phases progressives de l'ossification, et formera ensuite une coque, dans laquelle l'animal, s'il est privé d'une charpente osseuse, pourra se réfugier comme dans un asile protecteur. Mais cette membrane ossifiée sera remplacée, sans doute, dans ses primitives fonctions, par la couche plus inférieure, qui deviendra alors la membrane épidermique de l'animal, celle qui suivra le développement progressif d

corps. A un certain âge elle débordera donc la coque ossifiée; et, exposée dès lors aux mêmes influences qu'elle, elle s'ossifiera à son tour, en s'agglutinant à la coque externe et en l'allongeant d'autant, remplacée à son tour par une autre membrane épidermique, qui subira, après son développement complet, le même sort que la deuxième et tapissera d'une troisième couche la coque déjà formée de deux. C'est par ce mécanisme que la coquille semblera se mouler sur le corps du mollusque, en reproduire tous les contours, en conserver la coloration, et en suivre le développement à l'infini. On comptera même toutes les phases d'accroissement, la série des superpositions, par tout autant de stries concentriques, qui se dessineront perpendiculairement à l'axe, selon lequel le développement aura eu lieu.

1809. Or, si l'on examine, avec une attention délicate, les rapports d'adhérence du mollusque avec sa coquille, on ne tarde pas à s'assurer, contre l'opinion des naturalistes, que le corps de l'animal tient organiquement, par une membrane extensible, aux bords de sa coquille, que la coquille est la continuation de la portion membraneuse, qui peu à peu devient coquille à son tour. Ainsi soit une coquille bivalve, une moule, ou une huître; on remarque, lorsque l'animal écarte ses deux valves, que chacune d'elles est tapissée à l'intérieur d'un voile membraneux de même grandeur qu'elles, et qui adhère tellement à ses bords, qu'on ne peut l'en séparer qu'à l'aide du scalpel; ces deux voiles, que l'on désigne sous le nom de *manteau*, viennent s'insérer, par toute la portion qui ne borde pas la valve calcaire, sur la portion dorsale du mollusque, en sorte qu'ils forment la continuation de la coquille, l'intermédiaire membraneux de la coquille et de l'animal. Quand la paroi du *manteau*, qui est en présence de la paroi interne de la valve, s'ossifie, en incrustant son petit réseau circumcellulaire de carbonate de chaux, il se produit sans doute, entre elle et la valve, un vide qui accélère l'application immédiate de la portion fraîchement ossifiée sur la

portion ancienne; et la valve s'enrichit d'une nouvelle couche qui, en augmentant son épaisseur, la déborde aussi par toute sa périphérie, vu que l'animal a continué à se développer par tous ses organes membraneux, dans le sens de l'une et l'autre dimension; les stries d'accroissement décrivent donc toutes des courbes complètes autour du primitif nòyau de la coquille.

1810. J'ai cherché à étudier ce noyau primitif dans l'œuf lui-même, à l'époque (*) où je m'occupai de vérifier le travail de Jacobson, sur lequel Blainville venait de lire et de publier officiellement un rapport académique de 40 pages d'impression in-4°, qui ne renferme qu'une seule observation propre au rapporteur; observation qui n'est certes pas heureuse. Je constatai que les moules de rivière expulsaient leurs petites coquilles dans un paquet en apparence excrémentitiel, après les avoir élevées, comme par une incubation utérine, dans les locules de leurs grandes branchies. Ces petites coquilles étaient dures et cassantes, et pourtant elles ne renfermaient pas encore un atome du carbonate calcaire, qui se montre si abondant dans les coquilles adultes. En effet, l'acide hydrochlorique n'en dégageait pas la moindre bulle gazeuse. Ainsi, la coquille était formée, avant toute espèce d'incrustation, c'est-à-dire, dans l'opinion ancienne, avant qu'elle fût coquille. Elle était organisée de toutes pièces, avant de rien posséder des caractères de l'incrustation qui, aux yeux des naturalistes, constitue le caractère de la coquille. Mais elle possédait du phosphate, auquel, sans doute, elle était redevable de sa consistance et de sa dureté; car l'acide hydrochlorique étendu la rendait molle et membraneuse; elle s'affaissait alors dans le liquide, comme toute membrane réduite à ses simples parois. Ce n'était donc pas une excrétion, une exsu-

(*) Dans les *Annales des sciences d'observation*, tome I, page 122, janvier 1829. — Travail que l'école académique a reproduit presque littéralement et, selon la consigne ordinaire, sans citation, dans les *Annal. des sc. nat* Juin 1836.

dation cutanée, mais bien un organe *suî generis*, une ossification enfin, dans le sens que nous avons attaché à ce mot.

1811. Quant aux coquilles univalves, j'ai eu aussi l'occasion de les observer dans leur œuf, et j'en ai fait connaître, dans le travail *sur l'alcyonelle*, la respiration, dans le sein de la coquille même; à cette époque la coquille est toute formée, et elle affecte la même structure qu'à un âge plus avancé. Or une exsudation ne se montrerait pas avec de tels caractères dans le germe, et alors que l'embryon est encore emprisonné dans son albumen.

1812. En conséquence, la coquille des mollusques est une ossification, qui s'opère régulièrement et par couches successives du dehors en dedans, sur la portion externe du corps de l'animal, sur son fourreau ou son manteau; et quand l'animal rentre dans sa coquille, la membrane qui forme, chez les univalves, l'adhérence de la coquille et de l'animal, se prête, par son élasticité, à ces mouvements de contraction, comme si l'animal était libre et isolé de son test osseux. L'ossification qui s'opère, chez les animaux vertébrés, sur les organes intermusculaires, s'opère, chez les mollusques univalves, sur le derme, pour ainsi dire, de la portion postérieure de leur corps. Chez les mollusques bivalves, qui sont symétriques et non spiralés, la portion postérieure se divise en deux lobes égaux dont chacun donne naissance à une valve; et l'analogie zoologique des bivalves et des univalves n'est presque fondée que sur le caractère chimique de leur ossification; car dans tout le reste, il y a une distance immense entre ces deux ordres de mollusques.

1813. La coquille est ainsi une espèce de *stuc*, un nacre que nous pouvons reproduire artificiellement en mélangeant ensemble du plâtre en poudre avec du blanc d'œuf ou de l'*empois*; et notre stuc acquerrait un degré de plus d'analogie avec la nacre, s'il était possible de combiner avec la substance organique le phosphate de chaux en dissolution. C'est la membrane animale qui donne le poli et les irisations de la sur-

face; et ce poli se conserve sur toutes les portions de la coquille, qui restent en contact permanent avec le manteau, lequel les accroît de sa substance, et les protège contre toute espèce d'altération. Aussi distingue-t-on à ce poli, une coquille qui est recouverte du manteau de l'animal, la coquille d'une porcelaine par exemple, d'une coquille bivalve ou univalve qui reste en contact par sa surface externe avec le milieu ambiant. La première est lisse et nacrée sur toutes ses surfaces externes ou internes. La seconde est raboteuse sur la surface externe, elle s'y hérisse d'un velouté que les conchyliologues désignent sous le nom de *drap marin;* car ce dernier genre de coquille ne se renouvelle aux dépens de la substance du manteau, que par sa paroi interne; sur l'autre se déposent tous les précipités des eaux, tous les germes des petites conferves que la coquille rencontre sur son passage.

1814. Les proportions des substances terreuses qui rentrent dans la composition des coquilles varient autant selon les espèces de mollusques, et les procédés d'analyse chimique (1792), que les proportions des substances qui rentrent dans la composition des os varient selon les espèces de vertébrés. Suivant Bucholz et Brandes, les coquilles d'huîtres renferment:

Matière albumineuse.	0,5	
Chaux.	54,1	98,6
Acide carbonique.	44,5	
Phosphate de chaux.	0,2	
Alumine accidentelle	0,2	
Sulfate de chaux, perte.	0,5	
	100,0	

Vauquelin y a trouvé un peu de fer et de magnésie; suivant John, les couches les plus externes des coquilles d'huîtres contiennent:

Carbonate de chaux.	87
Phosphate de chaux, de fer, de manganèse, matière animale soluble dans l'eau et sel marin.	3
Matière animale insoluble dans l'eau. .	10
	100

Cette analyse, comme on le voit, est du genre de celles uc nous avons qualifiées plus haut d'analyses sans façon. Selon asquier, l'eau renfermée dans une petite cavité pratiquée ans la portion la plus épaisse de la valve convexe, contient e l'osmazôme, de l'albumine, du sel marin, du sulfate de haux, des sulfate et hydrochlorate de magnésie.

1815. PERLES. — Ce sont des petites bulles solides et nacrées, que l'on trouve adhérentes, comme par un *hile* (1494), ontre la paroi interne de certaines valves, dont elles ont composition chimique. Quelques auteurs ont pensé que les erles n'étaient autres que les œufs du mollusque, qui sont enus pour ainsi dire s'implanter sur la surface de la valve, et y incruster de carbonate de chaux. Cette opinion nous paît vraie dans le plus grand nombre des cas; mais nous royons aussi pouvoir admettre que les perles proviennent ussi de l'ossification des cellules du manteau, cellules ui, sous l'influence d'une cause quelconque, ont pu prenre un développement extraordinaire, et comme s'insuffler en oules sphériques. Dans le premier cas, les œufs se glissent, ar une aberration, et comme en se trompant de route, dans s canaux vasculaires du manteau, au lieu de se glisser dans s locules vasculaires (*v*, fig. 16, pl. 7), dont se composent s grandes branchies utérines de l'huître ou de l'*unio* mararitifère; et, là plongés dans un milieu incrustant (1812), u lieu de se trouver dans un milieu propice à l'incubation, ls se solidifient au lieu d'éclore; leur albumen s'ossifie en ne coque, au lieu de se sacrifier au développement du vi-

tellus; et quand la portion du manteau à laquelle ces œufs adhèrent par le point aspirant de leur périphérie, s'applique intimement sur la paroi interne de la valve, l'œuf devenu perle se trouve appliqué nécessairement avec elle, et soudée, comme par un *hile*, à la *nacre* dont elle a pris l'aspect ; c'est une *perle*, que le pêcheur ne détache ensuite, qu'en cassant le *hile* factice, dont l'empreinte est une perforation. Dans le second cas, une des cellules du manteau, déviée dans ses fonctions d'aspiration, aura aspiré de l'air, au lieu d'aspirer dans son sein des sels calcaires ; et elle se sera enflée en une bulle grosse et saillante, dont les parois ne se seront ossifiées qu'après que l'air l'aura distendue complétement. Ces cellules anomales n'acquièrent pas toujours la configuration sphérique des perles ; et nous en trouvons fréquemment sur la nacre de nos bivalves mêmes d'eau douce, qui ne se dessinent que par des proéminences et des bosselures plus ou moins irrégulières, et sans nom, lesquelles sont pleines d'un liquide altéré.

1816. Polypiers. — La théorie de l'ossification s'applique avec la même exactitude, à la formation successive des embranchements calcaires, qui se terminent chacun par un polype; et il ne sera pas hors de propos de donner ici une certaine extension à la partie physiologique de cette classe d'histoire naturelle ; car c'est à son étude chimique que nous sommes redevable des innovations qui, depuis notre travail sur l'*alcyonelle*, en 1827, se sont introduites dans la science. Avant cette époque, tous les naturalistes classificateurs, Cuvier, Blainville, etc., s'étaient rangés de l'opinion de Lamarck, qui considérait le polypier comme une exsudation calcaire du polype, de même qu'à leurs yeux la coquille n'était qu'une exsudation du mollusque. D'après eux, le polype s'implantait au fond de sa loge, et n'en était pas une continuation organique. Le polype eût été alors l'analogue de la larve des teignes ou des tipules, qui se construisent des fourreaux pro-

lecteurs, avec des matériaux agglutinés au moyen des substances qu'elles sécrètent. Mais nous démontrâmes qu'au sortir de l'œuf, le fourreau du polype de l'alcyonelle existe; qu'il est à cette époque membraneux et blanc comme de la fibrine; que le polype en est la continuation organique; que le fourreau n'est que la cellule génératrice, dans le sein de laquelle l'ovaire de l'animal reste plongé. Peu à peu, et à mesure que, par la surface gemmipare de sa portion externe, le polype donne naissance à de nouveaux polypes, son fourreau s'ossifie, en se combinant intimement avec de l'oxide de fer des meulières; et le fourreau des autres polypes subissant de jour en jour cette métamorphose, il se forme une masse cloisonnée et papyracée, imitant les rayons d'une ruche ou la surface tubulée des bolets. Chez les gorgones et les autres polypiers pierreux, le fourreau, au lieu de se combiner avec le fer seulement, se combine avec le phosphate, et s'incruste de carbonate de chaux; il devient un os compacte et d'une pureté éclatante, blanc chez les uns, coloré chez les autres, selon les substances accessoires qui se mêlent au carbonate incrusté. La démonstration s'est fait jour dans les livres académiques; mais il a fallu pour cela faire semblant de la vérifier sur les côtes de l'Océan, aux frais des fonds officiels; car une découverte coûte peu, mais une vérification officielle exige des frais considérables et des voyages lointains; la vérité part de Paris; mais pour qu'elle y retourne, il faut qu'elle passe au pas de course par les îles Jersey, Gibraltar, et qu'elle nous revienne des côtes d'Afrique; l'argent des contribuables n'opère pas autrement; et Dieu sait à qui il échoit en partage dans le domaine de la science.

1817. Les analyses chimiques que nous possédons des diverses espèces de polypiers sont plus nombreuses, mais tout aussi vagues et sans façon que celles que nous possédons des coquilles. On a trouvé du carbonate de chaux et une petite quantité *d'une substance gélatineuse* ou *membraneuse* dans les *Madrepora virginea*, *muricata*, *labyrinthica;* les

Millepora cærulea, *alcicornis;* les *Tubipora musica;* l'*Isis hippuris*. Les *Millepora polymorpha* et le *Flustra foliacea* contiendraient un peu de phosphate de chaux ; on en a trouvé des traces dans les *Corallina;* la substance dure du *Gorgonia nobilis* serait composée de carbonate et d'un peu de phosphate de chaux ; le tronc consisterait en une substance gélatineuse, recouverte d'une matière membraneuse.

1818. Le tronc des *Gorgonia ceratophyta, flabellum, suberosa, pectinata, sebosa, umbraculum,* serait composé d'une substance cornée, de beaucoup de phosphate, et de très peu de carbonate ; l'écorce, au contraire, de carbonate de chaux et de peu de phosphate. Le *Gorgonia antipathes* ne contiendrait, au contraire, que de la *substance cornée?* avec un peu de matière soluble dans l'eau, du sel marin, sans la moindre trace de sels à base de chaux? Les *Alcyonium asbestinum* et *ficus* contiendraient une substance molle, membraneuse, endurcie par le carbonate de chaux, et une petite quantité de phosphate calcaire. Dans les éponges, la chimie n'avait d'abord trouvé qu'une substance cornée, tendre, de l'hydrosulfate de soude, de l'iode ; et elle en avait négligé les cristaux de silice qui en forment la masse principale, et dont nous nous occuperons dans la deuxième classe du système. La dernière édition de Thénard s'est tenue en arrière de dix ans sous le rapport qui nous occupe. L'auteur ne signale dans les éponges que de l'iode, de la gélatine, et une substance mince, membraneuse, possédant les propriétés de l'*albumine coagulée!*

Suivant Vogel, le corail rouge (*Isis nobilis*) contient :

Membrane animale.	1,0
Acide carbonique.	27,5
Chaux.	50,5
Magnésie	3,0
Oxide rouge de fer	1,0
Sulfate de chaux, sel marin.	0,5
Eau.	6,0
Perte	10,5
	100,0

Vauquelin a signalé, dans un madrépore rouge du cap Leuwin, une matière membraneuse, une matière colorante rouge qui devient violette par les alcalis, du carbonate de chaux et du sel marin.

1819. Toutes ces dissidences et ces indécisions tiennent à ce que les chimistes, ne s'étant pas fait une idée juste de l'organisation de ces masses calcaires, ont reporté le tissu tantôt sur le compte d'un tissu corné et gélatineux, tantôt sur celui de l'albumine, tantôt sur celui des sels dissous qui sont dans le cas de tenir en suspension les débris de la membrane primitivement organisée. Quand cette membrane s'est offerte à eux consistante et forte de son organisation, ils ont négligé de l'incinérer, ils se sont contentés d'analyser les sels qui la recouvraient de leurs incrustations ; partant ils ont passé sous silence le phosphate de chaux qui a pu se trouver dans un état de combinaison intime avec la membrane elle-même, et lui prêter les caractères d'un tissu corné.

1820. CÉPHALOPODES (1654). Dans le mémoire sur l'*alcyonelle*, et dans la première édition de cet ouvrage, pag. 238, nous avons révélé l'analogie incontestable des polypes avec les céphalopodes, sous le rapport de la structure anatomique, opinion qui a été depuis copiée par les auteurs classiques. Or, sous le rapport qui nous occupe, l'analogie se soutient encore, en passant par toutes sortes de nuances. Le

corps du polype étant organisé sur le type de celui des céphalopodes de grand calibre, des poulpes, des sèches, des calmars, le fourreau dans lequel il naît enveloppé, et dont il est la continuation, même après son ossification complète, ne saurait rencontrer un analogue plus frappant que dans le sac du céphalopode, grande enveloppe dont le céphalopode est la continuation, et qui en emprisonne toute la moitié inférieure. Ce sac, il est vrai, ne s'ossifie jamais et ne se transforme jamais en coquille dans les trois genres que nous venons de citer; mais il devient coquille chez l'argonaute, comme le manteau membraneux de la limace devient coquille chez le colimaçon, comme le fourreau calcaire du polypier des corallines reste cartilagineux chez l'alcyonelle et chez les gorgones; et cela par la seule ossification d'un organe externe, par la seule incrustation calcaire du réseau lymphatique, qui circule autour de toutes les petites cellules du tissu. Les céphalopodes sont donc des polypes isolés, comme la plupart des polypes sont des céphalopodes ramifiés; et si les premiers étaient restés fixés contre le rocher qui les a vus naître, par la base empâtée de leur sac, et qu'outre leur parturition ovipare, ils eussent été doués, comme leurs analogues, de la puissance gemmipare, qu'ils se fussent reproduits par bourgeons, comme par graines; nous aurions eu alors des polypes gigantesques. Au sortir de son œuf, le polype est une unité isolée, parfaitement identique avec le céphalopode; il est composé d'un polype unique, enfermé dans un fourreau qui, ne tenant à rien, représente le sac des céphalopodes dans toute sa simplicité.

1821. Ammonites. — Nous n'avons d'autre représentant des ammonites fossiles que la coquille du nautile papyracé; et par l'analogie de la coquille, il est permis de remonter à l'analogie de l'animal. La coquille du nautile se distingue de la coquille des univalves, par des concamérations d'autant plus nombreuses que l'animal est plus âgé, par des cloisons trans-

versales qui divisent la capacité de la coquille, parallèlement à l'ouverture, et perpendiculairement à l'axe de la spirale. Lorsqu'on rencontre le nautile et l'ammonite fossiles conservés et sans altération, on les trouve organisés sur le même type que le nautile vivant, quant à la structure générale de la coquille. C'est ainsi qu'on les observe dans nos marbres, lorsque la scie a passé par le plan qui comprend la ligne dorsale et l'axe de la coquille. Cette section offre alors des loges séparées par des cloisons sinueuses et traversées par un canal parallèle à la ligne dorsale, dont il est rapproché chez les ammonites, et éloigné de la moitié du diamètre chez les nautiles ; ce canal se nomme le *siphon*. Les coquilles de ce genre qui ont perdu leur test présentent des circonstances bien différentes, et dont les conchyliologues ne s'étaient nullement rendu compte, avant le travail que nous avons publié sur les *ammonites* dans le *Lycée* (*), circonstances dont nous donnerons plus bas l'explication, après avoir exposé la théorie du développement de la coquille, telle qu'elle s'offre à nous dans son état d'intégrité.

1822. Au premier instant de la comparaison, il semble qu'il y ait tout un monde entre la structure de la coquille des ammonites et celle des mollusques univalves. La manière dont nous avons conçu la formation et le développement de celle-ci nous fournira le mot de l'énigme de l'autre, qui n'en sera plus à nos yeux qu'une modification. En effet, nous avons établi (1807) que la coquille des mollusques univalves n'était que la cellule génératrice de l'animal, qui s'ossifiait et qui croissait ensuite en longueur et en épaisseur, par la juxtaposition successive de toutes les couches externes de la portion postérieure de l'animal, portion contenue dans le sac dont la portion antérieure n'est que la continuation. Supposons que la première couche se soit ossifiée, et que la seconde ou bien la plus interne commence à manifester une tendance à s'isoler

(*) Numéros des 10, 13, 17, 20, 24, 27 nov. 1er-11 déc. 1831.

des couches qu'elle recouvre, pour s'ossifier à son tour. Il se présente deux cas divers, selon lesquels cet isolement peut s'opérer : ou bien, en s'ossifiant, elle viendra s'appliquer, par la force du vide, contre la couche ossifiée qui la recouvre ; ou bien entre elle et celle-ci s'interposera de l'air ou un liquide séreux qui les tiendra à distance l'une de l'autre, et obligera la première à suivre le mouvement en avant de la portion postérieure du corps de l'animal, et à s'ossifier et durcir contre cette surface. Dans la première hypothèse, vous aurez la coquille des univalves, dans la seconde, la coquille concamérée des nautiles et ammonites, chez qui ces concamérations augmenteront successivement en nombre, à mesure qu'une nouvelle couche du sac accomplira son isolement et son ossification ; en sorte que le nombre de ces concamérations marquera l'âge de l'animal, et n'indiquera nullement à lui seul une différence spécifique. On observera aussi que le test et les cloisons offriront une épaisseur d'autant plus grande que l'animal sera plus âgé ; mais comme le développement du céphalopode aura lieu en spirale, et que les développements nouveaux recouvriront de plus en plus les anciens, les plus faibles seront ainsi protégés de plus en plus par les plus forts. Il arrivait pourtant à certaines espèces de cette famille, qu'après avoir suivi la direction en spirale, et après avoir recouvert d'un ou deux tours ses jeunes concamérations, le céphalopode, soit détourné par un obstacle interposé, soit retenu attaché malgré lui à la surface du rocher, prenait tout-à-coup la direction rectiligne, et ossifiait ses concamérations sans se rouler sur lui-même ; dans cet état, il s'offre comme une crosse emmanchée d'une tige de même diamètre et de même configuration ; son test prend le nom classique d'*hamites*.

1823. Mais dans les terrains sulfureux, tels que les argiles du lias, à la place du test régulier qui se rencontre si fréquemment entier dans les terrains calcaires, dans les marbres surtout, au lieu du test de l'animal, on ne rencontre plus que

des espèces de vertèbres enchâssées les unes dans les autres par tout autant d'engrenages arborisés, vertèbres qui jouent librement les unes contre les autres, et qui se désemboîtent avec la plus grande facilité. On observe alors que leur substance est analogue en général à celle du milieu géologique dans lequel on les a trouvées fossiles, et qu'elles n'offrent qu'un agrégat de molécules terreuses. Lorsque le fossile maintient encore son unité caractéristique, qu'il conserve sa forme générale et n'a perdu que son test, la surface est ciselée d'arborisations compliquées, qui s'étendent du bord dorsal de l'animal à son bord ventral, par tout autant de jolies sinuosités transversales, auxquelles on a fait jouer un rôle dans la classification, avant d'en avoir constaté l'origine. Or si l'on examine l'ouverture d'une ammonite, dont le test n'a point perdu sa forme par la fossilisation, on remarque, tout autour des bords de la cloison antérieure, une rangée d'enfoncements cylindroïdes; ces enfoncements se bifurquent en deux ou trois autres enfoncements, lesquels se bifurquent en deux ou trois autres, et ainsi de suite jusqu'aux derniers, qui ne se bifurquent pas, mais se terminent en cônes imperforés. Il est évident que ces ramifications en creux sont la contre-empreinte des ramifications musculaires en relief, dont les extrémités adhéraient au fond de leur enfoncement respectif, comme les aponévroses aux os des animaux supérieurs. Quand le test est conservé, il offre les enfoncements que nous venons de décrire; mais aucune ramification externe sur la surface qui correspond aux enfoncements ramifiés. Jamais, au contraire, on ne trouve les arborisations de la surface plus nombreuses et mieux dessinées, que lorsque le test est oblitéré et les enfoncements disparus. Or, que l'on remplisse de cire les enfoncements ramifiés, et qu'on use ensuite la portion du test qui les recouvre; lorsqu'on sera parvenu à mettre à nu chacun de ses cônes, on aura fait naître une arborisation, dont les angles rentrants appartiendront à la cire, et les angles sortants à la concamération suivante, *et vice versâ*. Nous

voici donc sur la voie de ce phénomène variable. Admettons que la matière fossilisante soit parvenue à remplir toutes les concamérations du polype, en suivant le siphon qui aura commencé par s'oblitérer le premier; cette matière se moulera sur tous les accidents de surface de la concamération dans laquelle elle se sera infiltrée et solidifiée; mais qu'à la suite, et par l'action corrosive de cette substance, le test ait disparu, le test avec ses parois externes et partant ses cloisons; la coquille, réduite aux moules des concamérations, se présentera comme une série de vertèbres engrenées par des sutures analogues aux sutures des os du crâne; car les cornets ramifiés qui occupent le bord de la coquille se seront remplis de substance fossilisante, tout aussi bien que la grande capacité de la concamération; les engrenages proviendront de leurs saillies; et sur la surface externe, ils présenteront ces arborisations saillantes et rentrantes, qui marqueront la ligne de séparation de chaque moule. Remplissez de cire les concamérations d'une ammonite non détériorée, soit au moyen du siphon que vous aurez fait disparaître par l'introduction d'un acide, soit en usant le test sur une des parois latérales de la coquille; faites dissoudre ensuite le test calcaire dans un acide étendu qui attaque la base et respecte la cire, et vous aurez une ammonite fossile en cire, avec ses *spondylolithes* ou pseudovertèbres, et les arborisations de la surface. Chez le nautile, rien de semblable ne s'observe; les cloisons sont sinueuses, mais non marquées d'enfoncements; et partant leur test usé n'offre jamais des arborisations analogues.

1824. En expliquant la structure et les phénomènes de fossilisation des ammonites gigantesques, nous avons par conséquent expliqué la structure et le développement de ces innombrables céphalopodes microscopiques, dont les coquilles forment, dans nos mers actuelles, des bancs de sable aussi puissants presque, que les dépôts de miliolites, qui occupent un si grand espace dans les couches géologiques de nos en-

irons. Nous avons donc dans nos mers des ammonites vivantes; et cependant nous ignorons encore absolument l'anatomie du céphalopode, dont ces petites coquilles sont le résidu. Ce n'est cependant pas faute d'argent consacré à cette étude délicate, mais importante, en histoire naturelle; et plus d'un voyageur subventionné a reçu mission de les observer sur les côtes. Mais la subvention ne fait pas l'observateur; et sous ce rapport, elle se trompe un peu trop souvent d'adresse. L'un des derniers venus, au lieu de trouver que ces animaux sont des céphalopodes, nous a créé un nouvel animal qu'il désigne sous le nom de *rhizopode;* et d'après lui, la coquille si régulière dont nous parlons, ne serait produite que par une masse informe et gélatineuse qui la recouvrirait, et s'attacherait aux *fucus* et autres corps étrangers, par des prolongements albumineux et ramifiés qui serviraient à sa réceptation. On en a même donné des figures gravées dans les *Annal. des sciences natur.*, déc. 1835. La figure fait évidemment justice du texte, et suffit pour nous expliquer le genre de méprise, dont l'auteur a été victime dans cette singulière observation. Toutes les fois que l'on déplace un animal marin du milieu agité dans lequel il vit plongé, on le voit se contracter en lui-même, et s'attacher, dépaysé et ennuyé de vivre, à la surface des parois du vase, dans lequel il est exilé; il commence dès lors, non seulement à languir, mais à se décomposer en rampant contre les parois; le résultat de la décomposition d'une substance qui s'attache si intimement et pour toujours aux corps, est qu'elle s'étire comme du gluten que l'on malaxe, lorsqu'il prend fantaisie à l'animal de se déplacer dans son agonie, pour aller contracter de nouvelles adhérences sur d'autres points; enfin, autour de lui, il laisse des prolongements bifurqués et étirés en fils plus ou moins longs, et des rayonnements glutineux dont il est le centre. C'est ainsi que nous avons vu nos lymnées fluviatiles se changer, dans nos bocaux, en *rhizopodes* gigantesques, quand l'eau du vase se décomposait. Dans les *rhizopodes* de l'auteur,

nous ne trouvons pas un autre phénomène; et il n'était pas besoin d'aller sur les bords de la mer pour le découvrir. Du reste, les lectures hebdomadaires de l'Académie sont fécondes en bizarreries de cette force, dont il n'est permis qu'à nous de tirer de temps à autre, dans l'intérêt de la vérité, notre unique maître, une franche et loyale justice.

1825. Os DE SEICHE. — Nous avons vu plus haut, dans le sac des grands céphalopodes, l'analogue du fourreau des polypes; la seiche nous présente un point d'analogie de plus, par l'ossification qui occupe, comme un large bouclier, la portion dorsale de l'animal, et que l'on désigne dans le commerce sous le nom d'*os de seiche*; c'est une plaque blanche, biconvexe, dure et compacte, chagrinée sur la surface dorsale, raboteuse et celluleuse comme le diploë sur sa surface interne et ventrale. Elle sert à polir les ouvrages d'os et d'ivoire; on en place dans les cages des oiseaux de salon, pour qu'ils puissent s'y aiguiser le bec de temps à autre. D'après John, la surface postérieure de cet os contient :

Matière animale soluble dans l'eau, unie au sel marin.	7
Membrane insoluble dans l'eau et la potasse. .	9
Carbonate de chaux et traces de phosphate. .	80
Eau avec traces de magnésie.	4
	100

La masse principale et poreuse contiendrait, d'après le même auteur :

Matière animale, soluble dans l'eau et unie au sel marin.	7
Membrane insoluble dans l'eau et la potasse à froid	4
Carbonate de chaux avec traces de phosphate.	85
Eau avec traces de magnésie.	4
	100

826. Crustacés. — Chez ces animaux, l'ossification t opérée, non point dans les grandes cellules centrales des ceaux musculaires qui constituent un entrenœud animal, membre, mais bien sur toute la périphérie de chaque en-œud, de chaque membre de l'animal; et toutes les tions de son corps se trouvent ainsi emprisonnées dans cuirasse d'une consistance qui les met à l'abri des atta-s du plus grand nombre des habitants des eaux; en un t, c'est le derme et non le système musculaire qui s'est ifié chez les crustacés.

827. Gœbel a trouvé dans les portions osseuses de l'é-visse (*astacus fluviatilis*) :

	Pinces.	Pattes et yeux.
Carbonate de chaux. . .	68,36	68,25
Phosphate de chaux. . .	14,06	18,75
Tissu membraneux. . .	17,88	12,75

D'après Hatchett, le test de l'écrevisse ordinaire renferme :

Membrane cartilagineuse.	33,3
Carbonate de chaux avec traces d'oxides de fer et de manganèse. . . .	61,0
Phosphate de chaux.	5,7
	100,0

D'après Chevreul, le test du homard est composé de :

Matière animale et eau.	44,76
Carbonate de chaux.	49,26
Phosphate de chaux.	3,22
Phosphate de magnésie.	1,26
Sels de soude.	1,50
	100,00

Le test des crabes au contraire renfermerait :

Matière animale et eau.	28,6
Carbonate de chaux.	62,8
Phosphate de chaux.	6,0
Phosphate de magnésie.	1,0
Sels de soude.	1,6
	100,0

Mais le test de l'écrevisse est coloré, pendant l'état de vie, par une matière vert-bouteille, qui devient rouge par le feu, par la cuisson dans l'eau à 70° environ, par les acides, par les alcalis, et par conséquent par la fermentation ammoniacale, par l'alcool, par l'action de l'oxigène ; qui blanchit par le chlore, mais ne subit aucun changement dans les gaz hydrogène et acide carbonique. Les chimistes se sont demandé quelle était la nature de cette matière colorante. Ils ont traité le test parfaitement nettoyé, par l'alcool qui s'est coloré au rouge, couleur que les acides sulfurique et nitrique font passer au vert, et qui ne redevient pas rouge par les alcalis. Lorsqu'on évapore la dissolution alcoolique, on obtient une matière rouge, ferme, analogue à une graisse, qui, lavée à l'eau chaude, peut se garder sans altération. Cette substance grasse est insoluble dans l'eau, mais, sans contredit, de nouveau soluble dans l'alcool qui s'en colore en jaune rouge ; elle est soluble dans les huiles volatiles et dans la graisse, mais non dans les huiles végétales fixes. L'acide sulfurique concentré la détruit, mais l'acide étendu la dissout. La dissolution alcoolique est précipitée, par l'acétate de plomb, en une matière violette. D'après Macaire, elle répand, par la combustion, des vapeurs ammoniacales. D'après Gœbel, au contraire, son analyse élémentaire donnerait :

Carbonate.	Oxigène.	Hydrogène.	Azote.
68,18	22,58	9,24	0

1828. La substance dans laquelle les chimistes n'ont vu la matière colorante, est un simple mélange d'une subice grasse, de sels et de la matière colorante elle-même. ınt à celle-ci, elle est analogue à la matière verte végétale; change de coloration en s'oxigénant; et son oxigénation subordonnée, dans l'animal, à la nature des membranes l'emprisonnent, et qui sont dans le cas de la soustraire ; ou moins long-temps à l'action de l'air intérieur ou érieur. C'est aux effets de ce mélange qu'il faut attribuer omalie qu'elle offre, comme matière verte, à l'action l'acide sulfurique, qui verdit la couleur rouge, au lieu de naintenir. Supposez, en effet, qu'en dissolvant la matière rante renfermée dans une cellule ou un canal vasculaire, ool dissolve en même temps de l'oxigène contenu ou cirınt tout près, mais dans une autre région; en se dissolvant natière colorante rougira. Si maintenant vous ajoutez à la se une certaine quantité d'acide sulfurique avide d'eau, i-ci soustraira à la matière colorante une quantité d'oxie et d'hydrogène nécessaire pour former de l'eau, et la ière passera au vert, et à un vert d'autant plus solide, que raisse attaquée par l'acide formera à chacune de ses molés une enveloppe d'autant plus imperméable. Nous reviens sur ce sujet, en nous occupant des matières colorantes.

1829. ÉLYTRES ET PARTIES CORNÉES DES INSECTES. — L'osation chez les insectes s'est opérée, comme chez les crusés, mais sur une échelle moins grande. D'après Hatchett, est des insectes traité par l'acide hydrochlorique fournit de phosphate, et 10 de carbonate de chaux; il abandonne d'une substance d'un jaune clair, analogue au cartilage. s il est évident que ce jaune clair de la substance est le duit de l'action de l'acide (1534). D'après Odier, lorson fait bouillir des élytres de coléoptères dans une dissoon de potasse caustique, celle-ci en extrait de l'albumine, : matière analogue à l'extrait de viande, une matière grasse,

colorée, qui est soluble dans l'alcool, et une substance brune qui est soluble dans l'alcali, mais insoluble dans l'eau et dans l'alcool; il reste alors une substance molle, qui formerait, d'après l'auteur, le quart du poids des élytres, qui se charbonnerait, sans fondre et sans donner à la distillation des produits ammoniacaux; qui serait soluble dans l'acide sulfurique étendu et dans l'acide nitrique, à l'aide de la chaleur. L'auteur a cru devoir, d'après ces caractères, la nommer *chitine*. Mais il est évident que cette différence dans les résultats tient à une différence dans les procédés. Comment ne pas s'apercevoir que la même substance prendra des caractères contradictoires, selon qu'on l'aura traitée par l'acide hydrochlorique ou par la potasse? Odier s'est trompé, en considérant cette substance, comme ne donnant pas de produits ammoniacaux à la distillation; et cela tient soit à ce que l'ébullition dans la potasse en avait préalablement dégagé tout l'ammoniaque avant la distillation, soit encore à ce que l'ammoniaque dégagée pendant la distillation se sera trouvée saturée par un acide, et n'aura partant fourni aucun signe de sa présence aux réactifs. Il aurait fallu ne pas se contenter du témoignage de la distillation, mais avoir recours à celui de l'analyse élémentaire, avant d'émettre une telle assertion. Nous sommes convaincu que l'auteur aurait constaté une grande quantité d'azote dans sa *chitine*, qui, à nos yeux, ne diffère aucunement de la substance membraneuse des os et des autres organes animaux.

1830. Coquille des oeufs d'oiseaux. — La coquille de l'œuf est la couche la plus externe de l'albumen qui s'est ossifiée; elle est tapissée d'une deuxième couche dont l'ossification est beaucoup moins avancée, et qui a conservé une consistance pelliculeuse. La coquille, outre la membrane animale, renferme une grande quantité de carbonate calcaire, une moins grande de phosphate, de carbonate de magnésie, d'oxide de fer et de soufre.

1831. Calculs urinaires et arthritiques. — C'est par la éorie de l'ossification que nous expliquerons la formation ces concrétions intestines. Mais le nombre des substances ii concourent à la solidification des diverses espèces de ces oduits, nous oblige d'en renvoyer la description à la uxième classe de l'ouvrage.

Corollaire. Nous répéterons, au sujet des analyses précéntes, l'observation que nous avons eu déjà l'occasion de faire 'égard de l'analyse des os. Non seulement ces analyses se sument en résultats trop vagues et par trop indéterminés, ur représenter la constitution réelle des substances qui en it été l'objet; mais encore, en les supposant arrivées au degré exactitude et de précision dont elles sont toutes privées, es ne devraient être considérées que comme les expresons de la structure individuelle du corps spécial, qui aurait t l'objet de cette recherche chimique, mais nullement mme pouvant s'appliquer à d'autres espèces du même nre, ni même à d'autres âges du même individu. L'ossifition en effet est une incrustation progressive, et partant e ne saurait offrir les mêmes proportions chimiques, ni les èmes caractères physiques, dans toutes les circonstances les phases de son accroissement.

§ IV. USAGES DES OS ET DES OSSIFICATIONS.

1832. Industrie. — Les os des grands mammifères sont availlés en manches de couteaux, en boutons d'habits, et autres ouvrages de ce genre. Il est des contrées entières en ance, telles que la ville de Thiers, qui ne possèdent pas utres manufactures. L'astragale du pied de mouton a servi temps immémorial, et sert encore dans les villages de nos ovinces, au *jeu des osselets* des enfants. Les habitants de ontreuil emploient les *tibia* et les *femur* des moutons en ise de clous, pour palisser leurs espaliers contre leurs ars de plâtras; les clous en fer, en effet, usent les loques et

les branches par leurs angles et leurs aspérités, et ont besoin d'être renouvelés souvent, rongés par le plâtre et la rouille. Dans nos faubourgs, et surtout dans le voisinage des abattoirs et des voiries, on entrelarde les clôtures de jardin, les murs en pisai, avec les os des animaux, qui contribuent comme toute autre charpente, à la solidité de ces frêles constructions.

1833. Nacre et perles artificielles. — L'industrie ne pouvait laisser sans usage une substance aussi répandue et d'un aussi bel éclat que la nacre des coquilles. Aussi l'a-t-elle fait entrer dans la classe des plus beaux ornements de nos ustensiles, et des parures destinées à la toilette des riches. Or la mode est une contagion qui ne tarde pas à descendre de la classe distinguée dans la classe moins heureuse; le pauvre a été tenté de se parer à son tour de nacre et de perles; la parure est une illusion capable de faire trêve au moins quelques instants au dénuement et à l'infortune. Mais la nature n'a pu suffire à tous les vœux; et après avoir fourni de perles et de nacre le riche le premier, comme de raison, il s'est trouvé qu'il n'en restait plus pour le pauvre. Force a donc été à celui-ci de recourir à l'art et à l'industrie, qui lui donnent toujours des équivalents au moyen d'ingénieux mensonges. Nous avons eu dès lors des nacres et des perles pour tous les goûts et pour toutes les bourses; mais des perles si habiles à mentir, que bien des parures naturelles, prises au subterfuge, ont porté envie aux perles qui ne sont point sorties de la mer.

La beauté de la nacre et de la perle étant l'effet du poli de la surface et de la blancheur chatoyante de la substance; l'industrie a obtenu le poli au moyen du verre, et le chatoiement au moyen des molécules nacrées, isolées et tenues en suspension par un acide; ces molécules, en s'appliquant contre la surface interne d'une lame mince de verre, ont reproduit de la sorte les *irisations* que l'on obtient en physique par les couches de mince épaisseur. Pour arriver à ce résultat, on a

commencé par dissoudre, dans de l'acide acétique étendu, les écailles des petites ablettes, genre de poissons qui, jusqu'à présent, a fourni à cette industrie les meilleurs produits. D'un autre côté, on a soufflé à la lampe (362) des petites bulles de verre d'une très mince épaisseur; par la petite ouverture de ces bulles, on a insufflé la dissolution des écailles contre les parois internes de la bulle; et la bulle ainsi tapissée et comme étamée par cette couche nacrée, a pris tout-à-coup les caractères de la perle naturelle. Afin de rendre l'adhérence de la dissolution plus durable, on a ensuite injecté de la cire liquide, qui, en refroidissant, a formé une couche plns interne encore, capable de maintenir l'autre en position.

Il ne faudrait pas croire que l'acide dissolve la substance nacrée; en effet, la nacre étant un *stuc* formé par l'incrustation du phosphate, et surtout du carbonate calcaire sur la membrane animale, la dissolution, en se reportant uniquement sur le sel calcaire, détruirait par le fait la nacre elle-même. Mais l'acide, que l'on a soin d'employer étendu d'eau, en attaquant çà et là le sel calcaire, ou en dissolvant çà et là les molécules qu'il rencontre, isole par cela même, les molécules qu'il n'a pas attaquées; celles-ci montent en suspension et se distribuent dans le liquide; elles gardent par conséquent leur caractère nacré, puisqu'elles conservent l'état de combinaison d'où résulte la nacre; et ce sont elles qui, en s'appliquant sur la surface interne de la bulle de verre, produisent l'illusion qui a fait le succès de ce genre d'industrie. L'acide transporte la nacre chatoyante, et la moule sur la surface du verre, qui lui rend ainsi le poli de ses premières surfaces.

Il est de la nature des perles d'être fragiles, et l'art en a imité jusqu'à la fragilité; une perle solide et dure ne serait pas une perle. Mais il n'a pas été aussi facile de reproduire la nacre, avec l'épaisseur et la solidité qu'exigent d'autres espèces d'ornement. La nacre, en effet, est, en ce cas, taillée dans l'épaisseur même de la valve d'une coquille; elle offre alors une assez forte résistance, et se prête impunément au frotte-

ment et à tous les mouvements que doit supporter un ustensile, et qui auraient bientôt mis en éclats la nacre artificielle, si on cherchait à l'étendre sur une surface de verre soufflée au chalumeau. Cependant les fabricants de bijouteries fausses et de ces verroteries dont les négresses des colonies sont encore plus avides que nos villageoises, les fabricants ont senti la nécessité d'imiter la nacre, comme ils ont imité la perle; mais cette fois leur génie s'est trouvé en défaut. Voici les deux moyens que nous leur avons proposé d'employer.

1° Mélangez du blanc d'œuf, ou de l'amidon de pomme de terre bouilli, ou de la gomme arabique, avec de la chaux vive en poudre, et imprimez la pâte sur un moule en verre de la forme que vous avez envie de reproduire. Lorsque la pâte sera sèche et qu'elle vous paraîtra d'un beau poli, passez-y çà et là une couche la plus mince possible d'huile de térébenthine, ou d'un peu d'eau de Cologne, ou d'une toute autre dissolution alcoolique ou éthérée d'une huile essentielle, au moyen d'un simple linge que vous aurez imprégné d'un peu de ces substances. Il est probable qu'après quelques essais vous aurez parfaitement imité la nacre; la chaux et l'albumine donnant la teinte jaune de la nacre, le moulage lui ayant donné le poli, et la couche d'huile essentielle, qui se sera attachée à la surface, produisant les irisations qui distinguent la nacre naturelle.

2° Etendez ce *stuc* en une couche très mince; et après sa dessiccation, recouvrez-le d'une couche d'albumine dissoute et agitée dans l'eau. Puis après la dessiccation de celle-ci, placez une nouvelle couche mince de même stuc; et multipliez cette alternance jusqu'à ce que vous ayez atteint et l'effet désiré et l'épaisseur exigée par la nature de l'ouvrage. Alors passez l'enduit imperceptible d'huile essentielle, comme ci-dessus.

3° Enfin, si tous ces moyens étaient insuffisants, ayez recours au placage, non pas au moyen de plaques enlevées à la nacre des coquilles, ce qui serait impraticable, mais au

moyen des petites écailles lisses de certains poissons. A l'aide d'un emporte-pièce, vous pourrez découper sur le même modèle ces petites écailles empilées; et appliquées au moyen d'un mastic blanc sur une surface quelconque, elles la revêtiront d'une mosaïque de nacre naturelle, dont vous pourrez masquer les jointures, par un travail d'orfévrerie, qui n'est plus de la compétence du chimiste.

1833. AGRICULTURE. — Les ossifications, mélange de sels calcaires, très riche en substance animale, réunissent à la fois les conditions d'un amendement qui divise la terre, et d'un engrais qui alimente les végétaux. Dans tous les pays où la sépulture des morts a été usitée, on a remarqué que l'emplacement des anciens cimetières abandonnés donnait des moissons abondantes, alors même que le temps avait dévoré les chairs, et qu'il ne restait plus que les os blanchis des générations en ces lieux enfouies; et l'expression *d'un sang impur engraisser les sillons*, a été de tous les temps le cri de guerre du laboureur forcé de quitter la charrue pour l'épée. Les os sont redevables de cette propriété, non seulement à leurs substances chimiques, mais encore à leur structure physiologique, à leur porosité, condition essentielle de tout amendement et de tout engrais. Mais abandonnés sans préparation, et avec leur forme anatomique, dans le sein de la terre, ils ne se décomposent que lentement, et par couches successives; ils n'alimentent la végétation que par leurs surfaces; en sorte qu'il en faut une grande quantité pour produire, sous cette forme, un résultat avantageux. De là est venue l'idée de les broyer sous la meule, et de les mêler en poudre avec le sol. Car sous cette forme ils se décomposent plus vite; et en moindre quantité, ils fument davantage. Dans les pays de manufactures d'os, on n'engraisse pas autrement les terres, et on y broie les os sous la meule des moulins à vent. Mais les agronomes ont remarqué que cette poudre n'opère bien qu'au bout d'un à deux ans, lorsqu'on la répand sur le sol, et qu'on laboure immé-

diatement la terre. Cet effet doit varier selon l'hygrométricité du terrain. En effet, les os en poudre, quoique riches en matières fermentescibles, manquent presque absolument du véhicule essentiel de toute fermentation, qui est l'eau. Si on les répand au printemps dans un terrain sec, leur action sera peu prononcée; si on les répand en automne, les pluies de l'hiver leur communiqueront pour le printemps les qualités essentielles de tout engrais. Mais, dans tous les cas, il est mieux de faire par soi-même, ce que le sol ne produit pas toujours d'une manière sûre et régulière. Il vaut mieux répandre les os après qu'ils ont fermenté, que de laisser au sol le soin de les rendre fermentescibles; à cet effet, on amoncèle la poudre d'os en tas sur le sol, on les recouvre d'un peu de cendre et de terre; lorsqu'on s'aperçoit que la masse devient liquide et noirâtre, on la mêle à de la terre meuble, jusqu'à ce que le mélange soit friable; et on le répand sur le sol. Il faut de 15 à 20 hectolitres de poudre d'os, pour fumer un hectare, selon que le terrain est plus ou moins apauvri.

1835. Préjugé. — Dieu nous garde de laisser croire que nous voulions consacrer à cet usage immonde, les os de ceux qui nous ont précédés dans la tombe! Comment? confier à la terre qui nous nourrit, les os de celles qui nous ont allaités, et de ceux qui ont élevé notre enfance! Quel sacrilége! quelle impiété! quelle violation du respect dû à la tombe! Il n'est permis qu'aux os des animaux de contribuer à nous faire vivre! Quant aux restes de nos pères et de nos bienfaiteurs, ils ne doivent profiter qu'aux vers de terre et à l'air; il faut les brûler, pour qu'ils soient inutiles; en répandre la poudre aux vents, pour que les vents les emportent au ciel, ou bien les confier à la fosse, pour qu'ils y deviennent, en pourrissant, le germe des infections qui empoisonnent ceux qui vivent. N'y touchez pas, pour lire, dans leurs entrailles, des avertissements utiles aux mortels! Le peuple de Londres se révolte d'indignation contre ce sacrilége de la science; ses bouchers ont

horreur de l'anatomiste et du chirurgien. N'y touchez pas non plus, pour satisfaire au culte des vivants, et pour conserver en momies ces restes défigurés par la mort; l'Égyptien qui vous invite à cette fonction, vous poursuit à coups de pierre, quand il n'a plus besoin de votre service. Mais dès que le dernier soupir aura été rendu, fuyez bien loin, en vous essuyant une larme vraie ou mensongère; fuyez avec horreur loin de l'objet un instant auparavant si cher à votre cœur; il n'est plus qu'un objet bon pour la pourriture; n'en gardez que le nom pour allonger la prière des morts; qu'on porte le reste en terre, et dans une terre maudite, déserte et sauvage, entourée de murs, que les ombres gardent de toute escalade, bien mieux que ne ferait une sentinelle vigilante. Dans les pays un peu plus civilisés, cultivez, sur le tertre tumulaire, des arbres et des plantes d'ornement, dont vous cueillerez les fleurs et dont vous savourerez les parfums; mais gardez-vous d'y semer des plantes utiles, des arbres à fruits; le croque-mort, moins civilisé que vous, trouve que les fruits qui mûrissent sur les tombeaux sont plus exquis que ceux de vos serres; mais vous, restez-en au préjugé qui veut qu'après avoir été inutiles pendant votre vie, vous soyez condamnés à devenir nuisibles après votre mort; ordonnez qu'on vous laisse pourrir tranquilles; le sacrilége serait de vous toucher, et les vers seuls ont le monopole de ce sacrilége. Quand l'époque de la fermentation aura passé, et que la terre aura dévoré à la fois et le corps et la tombe, et l'épitaphe et le cercueil, et qu'elle ne recouvrira plus que des os sans nom et des débris que personne ne réclame, ordonnez que cette terre soit rendue à la culture; mais alors que les ossements, enlevés un à un par des mains indignes, soient portés à tombereau dans des carrières abandonnées, dans des catacombes, pour y être rangés en murs parallèles, ainsi que nos chantiers de bois, avec des croix de tibia et de fémur, surmontées de sentences tirées de Gilbert, qui mourut de faim, comme tant d'autres. Alors vous pourrez circuler sans

sacrilége, entre ces rangées d'ossements dénudés de leurs chairs, et visiter, une lampe à la main, cette vallée de Josaphat, qui n'attend plus que le dernier son de la trompette. Pauvres mortels! enfants qui ne savez que pleurer tous les quarts d'heure, et jouer à la procession tous les huit jours; pour qui tout est horrible et rien n'est saint; qui êtes dévots et ricaneurs, blasphémateurs et superstitieux; mais jamais grands et forts, religieux et conséquents avec vous-mêmes; levez donc les yeux vers la lumière d'où vous émanez, et osez fixer ces lois qui roulent sur vos têtes, en un cercle dont chacun de vous est un point. Raisonnez vos actions, et faites-nous trêve de vos vaines paroles, de ce bavardage d'étiquette, de ces formules invariables de douleur; étudiez la nature hors de vous et en vous, et vous serez moins poltrons le soir, et meilleurs économistes le jour.

Dans un pays dont je ne me rappelle pas le nom, il était un peuple doué d'un cœur aimant et d'un esprit droit, qui savait rire de bonheur et jamais de malice, qui souriait souvent et ne riait jamais aux éclats, pour qui la nuit était un heureux rêve, un souvenir de la veille, et le jour la réalisation du rêve de la nuit; qui passait à être utile et prévoyant les longues journées que nous passons à dire des riens et à ne rien faire; peuple agronome et industriel, et dont le commerce n'était qu'une voie d'échange; il utilisait tout, et croyait que perdre quelque chose faute d'emploi, c'était insulter à la nature, qui ne laisse rien d'inutile. Là le vieillard en mourant faisait un legs de son corps à celui de ses petits-enfants qui lui paraissait devoir en faire le meilleur usage, l'usage le plus utile à tous; il le léguait au physiologiste du pays, pour y chercher le secret des douleurs, dont il lui indiquait la trace, et pour apprendre aux autres les moyens de s'en préserver ou d'en tarir la source; par substitution, il le léguait à l'industriel et à l'agronome, fier de penser que ses restes solides, façonnés après sa mort par une main habile, orneraient la région du cœur de son enfant chéri, et que tout

ce que l'industrie refuserait d'utiliser, irait porter dans la terre un germe, non de miasme, mais de fécondité ; enfin qu'il nourrirait de sa chair et de son sang après sa mort, les enfants qu'il avait nourris de son travail pendant sa vie. Le champ dépositaire d'un tel trésor n'était point un sépulcre pour les enfants qui l'avaient en partage, une terre maudite des cieux et des enfers ; c'était un champ bénit, un lieu saint, comme tous ceux que le travail exploite et où la reconnaissance prie. Le père et l'ami étaient là, non pas infectant l'air de leurs miasmes, mais fécondant, par une heureuse transformation, le sol destiné à nourrir ceux qu'ils avaient tant aimés ; et quand la récolte était convertie en pain sur la table, la prière commençait par ces mots : *Ceci est son corps, ceci est son sang ; il va revivre en nous, comme nous avons vécu en lui.*

Ce peuple, pour qui tout était utile, et pour qui tout ce qui était utile était également saint, ce peuple ne vous paraît-il pas plus avancé en civilisation que nous, aux yeux de qui tant de choses que nous vénérions la veille deviennent tout-à-coup des objets de rebut ; nous qui établissons des catégories dans les lois que la nature a créées si uniformes, qui avons horreur à la vue de tant de choses qui nous font vivre, et qui, si nous étions conséquents, devrions mourir de faim, plutôt que de toucher au moindre des mets qu'on sert sur nos tables.

Sous le rapport qui nous occupe, il faut avouer que les Français sont encore les plus avancés de tous les peuples ; et pourtant ils sont bien peu avancés. Le pas qu'ils ont faits loin des préjugés qui affligent les autres peuples, ne les a pas portés fort loin. Espérons qu'à mesure que les études d'histoire naturelle se propageront dans l'enseignement élémentaire, nous deviendrons de plus en plus un peuple rationnel dans ses croyances et conséquent dans ses actes ; que nous saurons concilier l'industrie, qui utilise, avec la piété, qui vénère ; transformer nos cimetières en guérets, l'horreur des tombeaux en un spectacle d'une plus douce espérance, et les

miasmes de la putréfaction immonde en produits fertiles d'une décomposition qui profite à tous; et cela, en bénissant avec un peu de chaux vive, les restes de ceux qui ne peuvent plus être utiles d'une autre manière, et en sanctifiant la terre qu'ils nous ont léguée en héritage, par les molécules métamorphosées d'un corps, que nous ne pouvons plus posséder avec les formes sous lesquelles nous l'avions tant aimé vivant.

1836. GÉLATINE ET COLLE FORTE OBTENUE PAR L'ÉBULLITION DES OS, etc. — Papin (*) est le premier qui ait conçu l'idée de réduire les os en gelée par la puissance de la vapeur. Il se servait de marmites susceptibles de se fermer hermétiquement, et de supporter une pression considérable. C'est dans ces vases qu'il soumettait dans l'eau les os des animaux à l'action de la chaleur. Il en retirait une gelée qu'il proposa d'administrer en bouillon aux indigents et aux hospices. Nous renverrons à l'article de la nutrition, ce que nous avons à dire de la gélatine comme aliment; nous n'en traiterons ici que comme produit chimique.

1837. Les tissus animaux étant une combinaison intime de la substance organique d'un côté et de la base terreuse de l'autre (1775), combinaison progressive dont l'albumine soluble (1501) est le premier degré, et l'os le dernier terme;

(*) Arago, après Darcet, a trouvé qu'il était permis de revendiquer en faveur de Papin, la révolution qu'a opérée Watt, par l'emploi de la vapeur; nos académiciens sont très enclins à revendiquer, en faveur des morts, ou de leurs intimes qui ont le bonheur d'être encore en vie; mais dans cette circonstance, et à ce prix, il fallait remonter un peu plus haut, et voir toutes les applications de Watt dans les procédés de l'alchimie, qui n'a jamais ignoré la force d'expansion de la vapeur d'eau, et même dans ceux du premier Prométhée qui fit du feu, et qui apprit à ses dépens que la flamme avait besoin d'une issue. La découverte d'une application heureuse, n'est presque jamais la conséquence immédiate de la découverte du phénomène; et Watt n'en continuera pas moins à jouir, sans partage, de la gloire de l'application, qui a légué un si grand moteur aux machines, et une si grande rapidité aux communications.

ute cause d'action qui sera capable de vaincre cette affinité
:ganique et de séparer ce que le développement a si intime-
ent uni, ramènera les os à l'état, non pas albumineux, mais
latineux, c'est-à-dire à un mélange de substance albumi-
use, de sels calcaires et d'eau, à une dissolution com-
ençante de toutes ces substances, à l'état d'un tissu jeune et
ninemment aqueux. La vapeur d'eau désagrège les molécules
tissu; que si la vapeur d'eau agit avec cette puissance sur
os, qui sont les tissus les plus compactes de la vie ani-
ale, à plus forte raison agira-t-elle avec plus de promptitude
moins de dépense de chaleur, sur toutes les autres mem-
anes, dont l'énumération fait la matière du présent genre.
ussi peut-on faire de la colle avec la peau, les cartilages,
tendons, les sabots des animaux de toute espèce. Mais
ur la plupart de ces substances, l'ébullition dans l'eau
ffit à les transformer en colle.

1838. Depuis près de vingt ans, Darcet a repris les essais
introduction de la gélatine dans le régime alimentaire, avec
e persévérance qui n'a pas été couronnée, grâce à Dieu, de
us de succès que la persévérance de Papin, quoique l'auteur
oderne ait pris soin, à chaque objection nouvelle, de varier
procédés, et de modifier les appareils de la manipulation.

1839. On l'a vu extraire la gélatine des os par l'emploi de
cide hydrochlorique; et, d'après lui, l'extrait obtenu par la
turation de l'acide au moyen du carbonate de soude, ou de
craie, ou de la potasse, représentait identiquement la gé-
ine telle qu'on l'obtient par l'ébullition ou par la vapeur. Il
préconisait, non seulement en qualité de colle-forte, mais
core en qualité d'aliment. Mais cette prétention renfermait
e erreur chimique et un conseil dangereux :

1° La substance extractiforme obtenue par le traitement à
cide hydrochlorique, ne saurait être identique avec la géla-
ne obtenue par la simple ébullition dans l'eau. En effet, une
ose à laquelle on enlève une immense partie de ses élé-
ents, ne saurait plus être la même que celle à qui on con-

serve tous ses éléments intègres. Or l'acide hydrochlorique prive les os de tout le carbonate calcaire incrusté, de tous les sels non combinés avec le tissu, d'une grande proportion de la graisse et de l'albumine qu'il rend solubles dans l'eau; enfin l'action de l'acide ne saurait manquer d'altérer ce qu'il ne dissout pas, après l'avoir dépouillé de tout ce qu'il peut dissoudre; car l'acide n'a pas, dans les arts, plus de ménagements à garder que dans le laboratoire, et nous avons appris à reconnaître les modifications qu'il imprime à tous les tissus albumineux (1534).

2° Cette prétention renfermait un conseil dangereux, en préconisant comme alimentaire une substance qui s'était imprégnée d'un acide aussi énergique; car nous posons en fait qu'après avoir traité une substance organisée ou organisable par un acide, il sera impossible à la chimie de l'en dépouiller d'une manière complète et de la rendre à son premier état; et il est certain qu'elle en renfermera plus que des traces, même alors que l'acide ne décèlera sa présence en aucune manière aux réactifs. En effet, l'acide pénètre à travers toutes les parois et les molécules, et imprègne toutes les membranes; cela est incontestable, puisqu'on l'emploie pour dépouiller jusqu'aux dernières molécules organisées, des sels terreux qui les incrustent ou qui leur sont combinés intimement. Il paraîtra encore incontestable, à ceux qui auront suivi la série de nos observations jusqu'à ce point de notre ouvrage, que l'acide, en pénétrant ainsi dans les replis les plus cachés du tissu organisé, en dissoudra les molécules qui sont plus aqueuses que les autres. Or, quand vous chercherez à saturer l'acide, en laissant le tissu cartilagineux plongé dans une dissolution de carbonate alcalin, il est certain que toute la portion dissoute par l'acide sera précipitée par sa saturation; il doit donc paraître évident que cette portion viendra former une enveloppe imperméable aux autres quantités d'acide, que le précipité aura emprisonnées dans son centre à l'instant de sa formation, ou qui se trouveront emprisonnées entre les mailles

du tissu insoluble, auquel le précipité viendra adhérer. Ces quantités d'acide seront ainsi protégées contre l'action du carbonate; en sorte que, lorsqu'après bien des lavages on essaiera la gélatine aux réactifs, rien n'indiquera la présence d'un acide qu'aucun réactif ne saurait atteindre; on prononcera donc à tort alors que la substance organisée n'en renferme pas même des traces. Mais malheur à celui qui, rassuré par de semblables inductions, consacrera à l'industrie ou à l'économie domestique un semblable produit; il ne tardera pas à reconnaître, aux dépens de ses ustensiles ou de son estomac, la présence corrosive de l'acide qui s'était jusque là dissimulé avec tant de succès; car la digestion ouvrira à l'acide des issues que la précipitation lui avait fermées, et le mettra en contact avec des parois sur lesquelles son application sera certainement moins innocente. L'expérience a confirmé toutes ces prévisions; on ne tarda pas à abandonner comme aliment la gélatine ainsi préparée, quoique Darcet eût soin de soumettre à l'ébullition le cartilage obtenu, et d'ajouter à la dissolution un peu de bouillon de viande et des racines végétales, dans le but d'en masquer, disait-il, l'insipidité, et de l'aromatiser; et il est surprenant de voir Thénard, dans sa nouvelle édition, maintenir encore (tom. V, pag. 206) une application, dont l'inventeur a fait lui-même justice. L'industrie a suivi de près l'exemple donné par l'économie; et on évite de se servir de cette colle dans toutes les préparations qui se font avec des vases de métal, et surtout de cuivre non étamé. Darcet a cherché à expliquer la défaveur qui a accueilli cette tentative, en se rejetant sur la malveillance et la mauvaise préparation. C'est une fiche de consolation qu'il faut laisser à l'insuccès, et sur laquelle nous n'insisterons pas davantage.

1840. Aujourd'hui, Darcet extrait la gélatine au moyen de la vapeur d'eau, qu'il fait parvenir sur les marmites remplies d'os, et munies à leur base d'un robinet, lequel permet à toute la substance rendue coulante d'être recueillie à fur et

mesure qu'elle se forme. A cet effet, on broie les os, en les faisant passer entre des cylindres cannelés, parceque, lorsqu'on les pile ou qu'on les râpe, ils acquièrent une saveur empyreumatique, qu'ils communiquent au bouillon. Cela fait, on introduit ces os broyés dans un panier en fil de fer; on plonge celui-ci dans une marmite cylindrique, que l'on recouvre d'un couvercle qui s'y adapte hermétiquement. La vapeur arrive dans chaque cylindre, au moyen d'un conduit métallique, sous une pression de 960 millim., c'est-à-dire engendrée par une chaleur de 106 à 107°. Et bientôt on peut retirer, par le robinet, et la graisse que la vapeur a fondue, et la gélatine qu'elle a rendue coulante. Comme il faut quatre jours pour que les os soient épuisés, on ajoute tous les jours une nouvelle quantité d'os à chaque cylindre, afin d'obtenir un travail régulier et continu. Le panier en fil de fer est destiné à tamiser la gélatine qui se forme, et à retenir, comme sur un filtre, les os qui seraient dans le cas de se glisser avec la gélatine, pour aller obstruer l'orifice du robinet. Avant de chercher à recueillir la gélatine, on dégraisse les os broyés à l'eau bouillante ou à la vapeur non comprimée.

1841. D'après Darcet, les os complétement épuisés de gélatine, par le moyen de la vapeur, étant bien lavés, séchés, et pulvérisés, se mouillent difficilement, lorsqu'on les plonge dans l'eau; on en sépare de la graisse, en les traitant par un excès d'acide hydrochlorique; l'essence de térébenthine en enlève du savon de chaux. Les portions les plus épuisées contiendraient encore 92 de résidu terreux, et 8 de matière animale, ce qui, d'après l'auteur, indique que l'on a converti en savon de chaux, et par conséquent perdu 4 ou 5 kilogrammes de graisse, par 100 kilogrammes d'os.

1842. Il est évident que la vapeur n'extrait pas toute la gélatine des os ou en altère une partie, et la formation d'un savon de chaux, par lequel l'auteur explique la perte observée, est une hypothèse qui n'est fondée ni en théorie ni sur l'expérience. Car pour former un savon de chaux avec un

carbonate, il faudrait ou bien avoir rendu celui-ci alcalin, ce que la vapeur d'eau ne saurait produire, ou avoir déjà un savon soluble que le carbonate calcaire décomposerait en savon insoluble ; ce qui n'est pas. Ensuite, il est encore évident que la gélatine obtenue par ce procédé, n'est nullement identique avec celle obtenue par le procédé de Papin, non seulement parce que celle-ci renferme tous les sels insolubles et la graisse que l'autre élimine, mais encore parce que, dans le procédé de Papin, elle reste plongée dans une quantité d'eau qui ne saurait manquer de s'associer à elle, et de lui imprimer des qualités différentes, et comme colle, et comme produit alimentaire.

1843. Par le procédé de Papin, il se produit toujours une certaine quantité d'ammoniaque, à cause des portions d'os qui se trouvent en contact immédiat avec les parois trop échauffées de la chaudière, et qui se brûlent là, au moins pendant un instant, comme par la distillation sèche.

1844. Nous avons donné plus haut (844) l'analyse élémentaire de la gélatine, et la théorie selon laquelle la combinaison de ses nombres peut avoir lieu. Quant à l'analyse par les réactifs, la gélatine présentera des différences essentielles en apparence, non seulement en raison des procédés qu'on aura suivis pour l'obtenir, mais encore, et surtout, en raison des substances et des tissus dont on l'aura extraite. Comment ne pas concevoir de prime abord, que la gélatine obtenue des os, et imprégnée ou même pétrie de phosphate et de carbonate calcaire, donnera des réactions qu'on rechercherait en vain dans la gélatine provenant de la peau et du cuir ? Dans quelles incohérences ne se jetterait-on pas, si l'on ne tenait pas compte de ces données, lorsqu'on cherche à évaluer les résultats ? Aussi dans le commerce distingue-t-on deux espèces qui peuvent se ranger sous cette rubrique : la gélatine proprement dite et la COLLE ; c'est-à-dire la gélatine qu'on retire des substances osseuses ou cornées traitées par la vapeur d'eau comprimée, et celle que l'on retire des peaux et ro-

gnures de cuir, par la simple ébullition dans l'eau, en vase ouvert.

1845. Depuis long-temps, les chimistes ont reconnu que la gélatine n'existe pas toute formée, dans les diverses substances d'où on l'extrait, et qu'elle est le produit de la manipulation. Berzélius a proposé de désigner, par un nom spécial, la substance inconnue qui se transforme en gélatine, chez des tissus d'une structure et d'une composition chimique si diverses; mais il s'est arrêté devant l'idée de nommer une inconnue. Cette velléité de Berzélius a été une bonne fortune pour Gannal, qui n'a pas manqué de créer le mot de *géline* pour désigner, en 1834, cette substance qu'il se proposait d'examiner plus tard ; encore un synonyme de *fibrine* ou *albumine* combinée en tissus ! Nous ne nous arrêterons pas davantage à cette dénomination.

1846. On prépare la colle, en soumettant les rognures que les tanneurs enlèvent de la surface interne de la peau, les tendons, les cartilages, les vessies natatoires de certains poissons, à l'ébullition dans l'eau, jusqu'à ce que ces matières animales se soient assez étendues d'eau pour se transformer en une gelée, que le liquide se couvre d'une pellicule, se prenne en une masse tremblotante par le refroidissement, et se solidifie par la dessiccation. On se sert, à cet effet, d'une chaudière, dont le fond est jonché d'une bonne couche de paille, pour empêcher la substance animale de s'attacher aux parois échauffées, avant d'avoir été suffisamment imprégnée d'eau par l'ébullition, ce qui ne manquerait pas de la décomposer. A l'état sec, cette substance prend le nom de *colle forte*; et lorsqu'on y a ajouté préalablement un peu de sucre de canne, et qu'on l'a coupée en petites plaques allongées, elle prend celui de *colle à bouche*. On lui donne aussi la forme de larges feuilles transparentes, qui servent au décalque des graveurs, ou à la construction des rapporteurs des boîtes de mathématique, etc.

1847. Dans cet état, la colle est solide, cassante, transpa-

ente, colorée en jaunâtre; elle se ramollit dans l'eau froide, t à sec à 34°; elle entre en fusion à 50, et elle peut nême alors être filtrée; elle répand alors une odeur partiulière connue sous celle d'odeur de colle forte; elle sert à oindre deux surfaces que l'on tient rapprochées avec force, usqu'à ce que la colle se soit de nouveau solidifiée par le refroidissement. La colle mêlée à beaucoup d'eau, surtout celle ue l'on retire de l'ébullition des peaux blanches et non tanées, sert très bien à coller les papiers peints contre les murs u sur d'autres surfaces; à coller la pâte du papier à écrire, nêlée à un savonule et à de l'alun. Mais elle n'obtient la orce de la *colle forte*, que par la fusion de sa substance réuite préalablement à l'état solide.

1848. Dans les préparations culinaires, on retire une gelée ort agréable, par l'ébullition dans l'eau, de la colle de poison du commerce, qui nous arrive sous forme d'anses torses, ésultant de l'agglutination des vessies natatoires des poissons. es intestins du *gadus merlucius* fournissent la plus belle orte d'ichthyocolle. Les longues bandes que l'on vend roulées sous la forme ci-dessus, proviennent dit-on, des intestins e la morue, *gadus morrhua*. On détord ces cordons, on les livise en petites parcelles que l'on jette dans l'eau bouillante, n édulcore la gelée avec du sucre et on l'aromatise avec les essences; on se sert aussi à cet effet, des râpures de la orne de cerf. Quant à la gelée que l'on retire des tendons, t des pieds de veau, on en relève l'insipidité par des épices t du sel marin.

1849. On emploie à froid la dissolution de la colle de oisson, à coller le vin, en place de l'albumine, qui cependant est généralement préférée (1544).

1850. La gélatine, sous quelque forme qu'elle se présente, est insipide, inodore, si elle a été traitée avec soin; elle n'est ni acide ni alcaline.

1851. Si l'on chauffe et qu'on laisse refroidir à plusieurs reprises une solution de colle, on détruit la force de cohésion

de ses molécules, et on lui fait perdre sa propriété de se prendre en gelée. Abandonnée à l'air libre dans l'eau à une température de 15 à 20°, elle devient acide, puis ammoniacale, ou ammoniacale puis acide, selon que le local est plongé dans les ténèbres ou exposé à une vive lumière, et que la colle est plus ou moins étendue d'eau. L'alcool la coagule, ainsi que le chlore; mais celui-ci reste dans le mélange, d'après ce que nous avons dit plus haut, et lui imprime des propriétés, dans lesquelles Thénard et Berzélius ont cru voir des caractères d'un nouveau composé, auquel nous ne croyons pas devoir nous arrêter, crainte d'avoir à répéter ce que nous avons dit de l'action du chlore sur les solutions organiques, et principalement sur l'albumine. L'acide sulfurique produit sur la colle et la gélatine, les mêmes effets que sur le ligneux (1160) et les muscles (1683); elle les transforme en sucre, et, d'après les auteurs de l'ancienne méthode, en leucine, ou matière animale moins azotée. L'acide nitrique la convertit en acides malique et oxalique (1159), en tannin et en graisse; le mélange détone, si l'on évapore jusqu'à siccité. L'acide acétique ramollit la colle et la dissout à la fin, de même que cet acide dissout l'albumine. La potasse caustique et même l'ammoniaque la dissolvent comme l'albumine, mais en occasionnant un précipité de phosphate de chaux. Elle ne se précipite ni par l'hydrate de chaux, ni par l'alun, ni par l'acétate ou le sous-acétate de plomb; mais elle contracte, par un contact prolongé avec ce dernier réactif, un aspect laiteux; elle n'est pas troublée par le sulfate de fer; mais si on ajoute de l'ammoniaque à la dissolution du sel, de manière à en former un liquide d'un rouge intense, cette dissolution précipite la colle sous forme d'un caillot rouge. Les chimistes ont vu des combinaisons atomistiques dans la plupart de ces précipités; nous avons suffisamment démontré ci-dessus (941) le peu de solidité de cette hypothèse; si elle était en effet admissible, les chimistes n'auraient qu'un tort, ce serait d'en avoir trop restreint l'application; car il

n'est pas de substance, si insoluble qu'elle soit, qui n'apparaisse entrer à ce prix en combinaison avec une colle qui se précipite.

1852. De toutes les observations précédentes, il résulte que la *gélatine* est un produit altéré par la chaleur, et qui ne représente nullement le mode selon lequel la substance animale se trouvait dans l'état de vie et d'organisation. Il en résulte encore que cette substance, quoique originairement identique, se modifie aux yeux du chimiste, selon les procédés d'extraction et la structure des tissus d'où elle tire son origine, jusqu'à présenter, par les diverses réactions, des caractères diamétralement opposés en apparence, mais qui, en réalité, ne dépendent que de la quantité et de la qualité des sels solubles ou terreux, qui sont associés ou combinés à l'albumine, dans le tissu vivant. Sous ce rapport, et si l'on ne tenait pas compte de l'avertissement, on pourrait enrichir la nomenclature d'un nombre indéfini de *gélatines*, de *gelées*, de *colles*, etc., à mesure qu'on se mettrait à la recherche de ces sortes de produits.

1853. NOIR ANIMAL. — Les os brûlés en vase clos, et de manière à soustraire complétement la membrane animale à l'oxygénation, fournissent un noir qui réunit toutes les qualités du noir animal, que les fabricants recherchent tant, pour la clarification du sucre et des sirops.

1854. COLORATION DES OS. — Depuis l'introduction de la culture de la garance en France, les paysans du Midi (*) ont

(*) Nous n'avons pas été le moins du monde surpris, de voir en 1837, un ex-ministre provençal. agronome bien ignoré jusqu'au jour de son avénement, se faire adjuger, par sa subvention, la découverte de ce phénomène, qui, depuis cinquante ans, se trouve cité dans tous les livres d'anatomie. Nous sommes loin de vouloir nous opposer à ce que les fonds secrets viennent au secours de la science qui a faim : mais nous désirerions qu'il lui fût défendu de casser ainsi l'encensoir au nez de l'excellence spécialement chargée du département de la distribution.

remarqué que les os des animaux, à qui l'on servait la fane de cette rubiacée en fourrage, contractaient une couleur d'un beau rouge. La matière colorante de la garance passe donc de la sorte dans le sang par le chyle, et dans les os par la circulation du sang. Ce phénomène semble indiquer la grande affinité que la matière colorante de la garance a pour les sels calcaires, soit pour les phosphates, soit pour les carbonates; et il nous semble que l'industrie de la teinture ferait bien d'essayer si l'action des carbonates et des phosphates calcaires réunis n'est pas dans le cas de contribuer à la fixité et à l'éclat de la coloration. Nous ne pensons point qu'on ait encore cherché à fabriquer les boutons d'os et manches de coutellerie, avec les os colorés par la nourriture de la garance; l'Alsace et le Midi fourniraient à la fabrication un assez grand nombre de ces produits naturels.

1855. Ramollissement des os. — Rien n'est plus congénial que cette maladie dans les lieux humides et malsains, dans les habitations obscures; le *rachitisme* est en général l'indice d'une société souffreteuse et mal organisée, qui vit très mal du présent, sans penser à améliorer l'avenir; qui ne s'aperçoit jamais du poison qui la dévore, que pour l'attaquer le plus loin qu'elle peut de son origine. Tant que l'État et la cité seront deux choses distinctes, tant que la surveillance générale n'aura mission de s'occuper que des assassins et des voleurs, tant qu'elle ne se proposera ni d'épurer les mœurs ni de régler et de sanctifier par un heureux choix les rapports des sexes, tant qu'elle se contentera d'assainir les égouts et non les maisons, ces foyers mystérieux où les générations se renouvellent, nous serons condamnés à voir les belles générations de nos montagnes et de nos fertiles plaines venir se perdre ou se rabougrir dans le gouffre des grandes cités.

1856. L'os se ramollit par la raison contraire à celle qui ossifie les membranes; l'organe perd ses sels calcaires, au lieu

de continuer à en aspirer des quantités nouvelles, pour suffire à son développement indéfini ; ces sels calcaires se dissolvent au lieu de s'incruster, ou passent dissous dans le torrent de la circulation, au lieu de s'arrêter précipités par l'absorption sur les parois organiques. La digestion fournit-elle moins alors de sels calcaires à la circulation ? La circulation développe-t-elle, dans ces régions osseuses, une humeur acide qui dissout les sels et ronge pour ainsi dire l'organe, ou bien un nouveau sel qui les décompose par double décomposition ? Voilà le problème, à la solution duquel il serait peut-être possible d'arriver, en variant les traitements, et en administrant des substances éminemment phosphatées et carbonatées.

CINQUIÈME ESPÈCE.

Tissus cornés.

1857. Je comprends sous ce nom tous les genres d'ossifications que sont en état de subir les extrémités papillaires des nerfs, une fois arrivées au contact du monde extérieur. Car nous avons admis (1781) que tous les tissus étaient aptes à se combiner avec des sels calcaires, à s'en incruster, à s'ossifier enfin. Mais cette ossification s'opère sur une échelle, avec des proportions, et des caractères physiques différents, selon que l'organe qui manifeste cette tendance se trouve appartenir à tel ou tel ordre de tissus ; et l'on remarque une ligne de démarcation fort tranchée, entre l'ossification des régions musculaires, qui constitue les *os* proprement dits (1784), et l'ossification des tissus nerveux, à laquelle s'applique spécialement la dénomination de *tissus cornés ;* et ceux-ci encore prennent des caractères différents, selon qu'ils sont immédiatement en contact avec la lumière, ou plongés dans une cavité moins souvent éclairée, enfin suivant que les papilles qui s'ossifient ainsi arrivent au derme ou aux muqueuses. De là deux distinctions à admettre entre les tissus cornés : les

tissus cornés proprement dits et les *tissus dentaires*, ou bien les *tissus cornés du derme* et les *tissus cornés des muqueuses*. La question ainsi posée, nous avons à la diviser en deux parties : 1° Dans l'une, nous tâcherons de démontrer l'origine nerveuse de ces sortes d'ossification; et 2°, dans l'autre, nous ferons l'énumération de ces tissus, en suivant l'ordre progressif, en commençant par ceux chez qui l'ossification s'est arrêtée à la consistance la moindre, et en terminant par ceux chez qui l'ossification est arrivée à son plus grand état de dureté.

§ I. ORIGINE NERVEUSE DES TISSUS CORNÉS.

1858. Nous avons vu avec quelle variété de formes et de fonctions, les extrémités papillaires des dichotomies nerveuses viennent s'organiser au contact de l'air extérieur. Chacune d'elles se termine par un organe, par un sens, dont l'origine anatomique est exactement la même, mais dont les dimensions peuvent s'étendre, depuis la cupule d'appréhension de la surface palmaire (1632), jusqu'au globe de l'œil. Nous reconnaissons l'origine de chacun de ces organes, en suivant avec le scalpel le nerf d'où il émane, jusqu'au point de contact de l'organe et du nerf; or, si nous cherchons à appliquer le même procédé à l'étude des poils, glandes externes, ongles, cornes, dents, etc., nous découvrirons qu'ils émanent tous de l'extrémité d'un nerf, dont ils sont la continuation et la papille externe, et que, dans le principe, tous ces appendices, si compliqués et si cornés qu'ils soient à leur entier développement, n'offraient pas la moindre différence d'aspect et de structure, avec les papilles destinées à devenir organes des sens.

1859. Chacun sait que les dents tiennent toutes à un gros nerf, qui, d'après les anatomistes, pénètrerait sa substance en s'y ramifiant. Mais si on en suit le développement, en commençant cette étude à l'époque de la vie fœtale, on voit que la dent, dès qu'elle donne des signes de sa présence,

n'est qu'une tubérosité papillaire placée au bout du nerf, comme le globe de l'œil au bout du nerf optique, et qui s'avance, comme dans un interstice cellulaire, pour se faire jour au dehors. Il est évident, à cette époque, que la dent embryonnaire est une continuation du nerf, une expansion de sa substance, une gemme terminale de ce rameau.

1860. L'épiderme d'un fœtus de brebis, long de 12 centimètres environ et conservé dans l'alcool, se présente au microscope (pl. 13, fig. 6) parsemé de globules égaux en diamètre, également répandus autour de taches blanches disposées en quinconce, et qui semblent déjà indiquer la place où doivent naître les premiers poils; chaque globule devant successivement s'épanouir en une tache semblable, pour devenir poil à son tour à une époque plus avancée. Sur les portions où le cuir chevelu est plus avancé en développement, telles que la région des tempes, sur lesquelles nous avons pris la lame représentée au même grossissement par la fig. 8, pl. 13, les taches blanches de la fig. 6 sont remplacées par des vésicules saillantes au dehors, sous forme de petites ampoules (les plus jeunes), et puis de grosses urnes (les plus âgées), dont les parois sont granulées de la même manière que l'épiderme qui les supporte. Ces vésicules sont évidemment les rudiments des poils, et chacune d'elles se trouve placée à l'extrémité d'un nerf, qui se confond tellement avec elle, qu'on n'y découvre pas la moindre ligne de démarcation.

1861. Si l'on cherche à poursuivre la même observation sur l'épiderme d'un moineau, au sortir de son œuf, on peut isoler chacune de ces petites bouteilles, avec le nerf dont elle n'est plus dès lors évidemment que le développement terminal. On croirait avoir devant les yeux l'œil d'un gros mollusque (1687), un globe terminé par un long nerf optique enveloppé de son fourreau. Un peu plus tard, on voit le sommet de la vésicule s'amincir comme en une cornée transparente, qui ne tarde pas à s'entr'ouvrir, pour livrer passage à un faisceau cylindri-

que de petites fibrilles cylindriques aussi, qui ne sont que les premières barbilles encore simples de la plume. La partie corticale de la papille forme alors une gaîne, un fourreau à ce développement commençant; et au lieu de continuer le nerf, elle ne semble plus que continuer l'épiderme, comme deux membranes associées par une commune décomposition, par une commune excoriation.

1862. On obtiendrait des résultats analogues, si l'on procédait à l'étude des cornes des bêtes à cornes, à partir de l'âge où la corne est encore un rudiment d'organe, qui doit un jour revêtir la structure d'un appendice de l'appareil ordinaire de l'audition. Il est, en effet, une époque à laquelle la corne du bœuf n'affecte pas d'autre structure ni d'autres dimensions que l'ampoule, qui est destinée à devenir un simple poil. C'est alors une papille qui termine un ramuscule nerveux.

1863. Après avoir rencontré l'analogie dans les rapports d'origine, de développement et de forme, cherchons-la dans les rapports de la structure chimique et des caractères extérieurs, et nous trouverons que l'ongle ne saurait être distingué de la corne, l'ergot de l'ongle, et tous ces organes eux-mêmes du nerf desséché : même aspect, même consistance; la lame d'un instrument tranchant les ravive les uns et les autres de la même manière; ils répandent tous la même odeur, fondent au même degré de température, et donnent les mêmes produits pyrogénés. En tout, enfin, sous ce rapport, chacun de ces organes n'est que le nerf durci à l'air, et ossifié tantôt d'une façon, tantôt d'une autre, selon le genre de milieu, dans lequel il est resté plongé en se développant, et selon la région sur laquelle il a commencé à se former.

1864. Nous avons fait remarquer plus haut que tous les organes de ce genre, qui se développent au contact immédiat de l'air extérieur, sont cornés; et que tous ceux, au contraire, qui croissent plongés dans une cavité, et garantis du contact

immédiat de l'air extérieur, par une paroi épaisse qui les recouvre et une atmosphère humide qui les enveloppe, que tous ceux-là, dis-je, sont dentaires. C'est ainsi que le même genre d'organe devient corné chez certains animaux, et dentaire ou osseux chez d'autres. La mâchoire et les dents des mammifères et des poissons se transforment, chez les oiseaux, en bec souvent hérissé de petites aspérités cornées; car chez les mammifères et les poissons, cet organe est recouvert par les lèvres et protégé contre la lumière par la cavité buccale; il est à nu et immédiatement en contact avec l'air extérieur chez les oiseaux.

1865. La théorie de l'ossification, telle que nous l'avons développée en décrivant les os proprement dits, s'applique avec une égale facilité au développement des ossifications cornées et dentaires; et tous ces appendices externes sont également formés sur le type d'une vésicule, dans le sein de laquelle se développent indéfiniment d'autres vésicules, dans les interstices desquelles s'incrustent des sels terreux, après que d'autres sels de nature variable, selon la nature des organes, se sont combinés avec les parois de leurs tissus.

§ II. ÉNUMÉRATION DES DIVERSES SUBSTANCES CORNÉES.

1866. PILOSITÉS, CHEVEUX, POILS, LAINE. — La papille nerveuse une fois épanouie au contact de l'air et de la lumière, continue ses emboîtements indéfinis dans le sens de la longueur. La papille devient peu à peu cylindrique; elle est alors un entrenœud imperforé; terminée en cône obtus par son extrémité libre, elle est empâtée, comme par des prolongements radiculaires, par l'extrémité opposée, sur le nerf qui l'a engendrée et qui la nourrit. De même que chez les organes végétaux, à mesure que les emboîtements intérieurs se multiplient, l'emboîtement le plus externe s'épuise, s'amincit, les cellules qui le composent se vident de leur substance organisatrice; cet emboîtement apparaît alors comme un épi-

derme réticulé, comme un épiderme végétal, dont les cellules sont rangées en spirales serrées sur la surface du cylindre (1119) (pl. 2, fig. 15). Mais comme le développement a lieu à l'intérieur et dans le sein de l'emboîtement dernier en date, c'est-à-dire le plus central, il en résulte que la pilosité est marquée comme d'un canal médullaire qui s'étend au centre du cylindre, presque d'une extrémité à l'autre, et qui, au microscope, se dessine d'une manière distincte, à cause de la différence du pouvoir réfringent des sucs inorganisés qui le remplissent. La coupe de ces organes n'en éteint pas le développement, pourvu qu'elle n'intéresse pas l'articnlation génératrice, celle qui termine le nerf et commence le poil ; car celle-ci est pleine de germes qui sommeillent de longue date, comme on l'observe sur les articulations mûries des tiges végétales. Le poil continue également à se reproduire, à quelque distance de son articulation bulbiforme qu'on le coupe ; car il est des emboîtements mûris qui s'échelonnent pour ainsi dire de distance en distance, c'est-à-dire que, dans le sein du poil, il se forme tous les jours des emboîtements nouveaux, qui, partant, ne doivent pas être arrivés aux mêmes hauteurs, et dont la coupe, par conséquent, n'atteint pas à la fois l'existence. Ces emboîtements reproducteurs sont du genre de ceux que, dans la théorie spiro-vésiculaire, nous avons assimilés aux cuisses de l'orange, cellules développées circulairement autour d'un axe placentaire, et qui toutes sont propres à reproduire leur type, comme tout autant de germes isolés qui sommeillent, prêtes à s'éveiller, dès que l'air trouvera une issue, pour venir les surprendre dans cette enveloppe. Aussi voit-on les pilosités, après avoir été tranchées sur un point quelconque de leur longueur, continuer leur développement en se bifurquant, et produire ainsi deux et trois poils même sur la souche d'un poil unique. Si l'instrument tranchant intéresse le cuir chevelu, les poils ne se reproduisent plus faute de germe, la cicatrice reste dénudée après sa complète guérison ; car le ramuscule nerveux a été atrophié par ce retranchement

de la portion active de sa substance; et il ne saurait plus être remplacé par d'autres ramuscules, qui tous se sont dirigés ailleurs, ou qui seraient incapables de se glisser dans les interstices d'une membrane si ancienne en date, laquelle forme un trop puissant obstacle à tout développement.

1867. L'analogie des pilosités avec les autres organes des sens se révèle par la sensibilité qu'elles acquièrent dans des circonstances insolites, sous l'influence d'une crise intestine, ou de l'énergique courant de l'électricité. Les cheveux se dressent sur la tête d'horreur, ils transmettent un sentiment de douleur dans la *plique polonaise*, ils donnent même passage à la vascularité sanguine, et peuvent alors suinter le sang.

1868. Les pilosités animales présentent les mêmes variétés de structure que les pilosités végétales. Les unes sont flexibles, et tombantes, les autres s'élèvent perpendiculaires à la surface, les autres se tordent en spirale; différences dont nous avons donné l'explication dans le *Nouveau système de physiologie végétale*, 1836, auquel nous renvoyons le lecteur.

1869. Les cheveux sont des pilosités flexibles et soyeuses, les poils des pilosités lisses, roides et droites; le crin est un poil d'une extrême longueur et flexible; la laine se compose de pilosités qui se tordent en spirale, et se feutrent avec plus de facilité que toutes les autres, à cause des aspérités que le réseau interstitiel des mailles cellulaires (1595) produit sur leur surface. On donne le nom de *jarre* à des pilosités d'une extrême finesse, qui forment un duvet à la base de la laine ou des poils de certaines bêtes à cornes; ces petites pilosités tirent peut-être leur origine des globules répandus autour des taches, ou autour des ampoules que nous avons décrites sur l'épiderme du fœtus de la brebis (1860), pl. 13, fig. 6 et 8.

1870. Les poils deviennent électriques par le frottement, ainsi qu'on le remarque en passant la main sur la peau du chat ou du cheval dans l'obscurité. Ils sont infiniment peu putrescibles, même dans l'eau; et ils survivent indéfiniment,

dans le sein de la terre, à la décomposition de toutes les autres parties du cadavre. La machine à Papin (1836) les dissout dans l'eau; mais, d'après Vauquelin, la matière dissoute varie suivant l'élévation de température. La matière grasse forme presque exclusivement la substance organisatrice, dont se remplissent les emboîtements cellulaires du poil. Mais cette huile s'y trouve solidifiée en une espèce de savon, qui fait la base et occasionne la consistance de la corne, par son union intime avec des sels métalliques qui en varient la coloration; et le fer et le manganèse, ces deux puissants générateurs du caméléon végétal, jouent un grand rôle parmi les bases de ces sels.

1871. Vauquelin, le seul chimiste qui ait soumis les poils à l'analyse d'après les procédés de l'ancienne méthode, a cru devoir établir :

1° Que les cheveux noirs renferment une matière animale semblable au *mucus* (*), qui en fait la plus grande partie; une petite quantité d'huile concrète, une autre d'un noir verdâtre (**) et épaisse comme le bitume, un peu de phosphate de chaux, du carbonate de chaux, de l'oxide de manganèse ou du fer oxidé *ou* sulfuré; une quantité notable de silice et une quantité plus considérable de soufre.

2° Que les cheveux rouges diffèrent des cheveux noirs, en ce qu'ils contiennent de l'huile rouge, au lieu d'huile d'un noir verdâtre, et moins de fer et de manganèse.

3° Que les cheveux blancs renferment un peu de phosphate de magnésie, et contiennent d'ailleurs les mêmes substances que ceux qui sont noirs ou rouges, moins l'huile colorée.

4° Que les noirs doivent leur couleur à l'huile noire, et probablement au fer sulfuré; les rouges à l'huile rouge, et

(*) Le *mucus* signalé par Vauquelin n'est évidemment que le tissu cellulaire des poils, transformé en gélatine par l'action d'une haute température (1846); c'est la charpente organisée du poil.

(**) Ces huiles incolores ou diversement colorées ne sont que la même huile unie ou non à la matière colorante, au caméléon organique.

blancs à ce qu'ils ne contiennent ni huile colorée, ni fer ıuré.

Les poils soumis à la distillation sèche (199), fondent, se ıflent, répandent la même odeur que la corne brûlée, ıflamment, en produisant beaucoup de vapeurs fuligineuses, laissent un charbon volumineux; ils donnent un quart de ır poids d'huile empyreumatique, une eau chargée d'ammoniaque (*), des gaz combustibles qui renferment du gaz lrogène sulfuré, d'autant plus abondant que la températıe est plus élevée.

L'eau chargée d'une petite quantité de potasse caustique, 4 centièmes par exemple, dissout bien mieux les cheveux ıe l'eau pure; car la potasse dissolvant les tissus albumiıx, met plus facilement à nu toutes les substances emprinées dans les cellules de l'organe; l'huile noire imprégnée fer et de soufre, chez les cheveux noirs; une huile rouge prégnée de soufre et de fer, chez les cheveux rouges. La ıasse étendue d'eau dégage par la chaleur de l'hydrosulfate mmoniaque.

Les acides sulfurique et hydrochlorique étendus d'eau, solvent les cheveux en se colorant en rose, en se combiıt avec le fer oxidé; à moins que la coloration de l'acide drochlorique ne soit analogue à celle qu'il exerce sur l'almine, la fibrine et le gluten (1534), et que la coloration l'acide sulfurique n'indique un mélange d'albumine et de ıre (1519). L'acide nitrique les jaunit; il les dissout ensuite 'aide d'une douce chaleur, les transforme en acide oxalie, en acide sulfurique, par l'oxigénation du soufre, en ıtière amère. Le chlore les blanchit, les ramollit, et les luit en pâte visqueuse analogue à la térébenthine.

L'alcool bouillant dissout les matières oléagineuses des cheux; l'huile blanche se dépose, par le refroidissement, sous rme de petites lames brillantes; celle qui est noire ou rouge

(*) Et par conséquent d'une grande quantité de savon ammoniacal en ssolution.

ne s'en sépare que par l'évaporation ; les cheveux rouges soumis quelque temps à ce traitement, deviennent bruns ou d'un châtain foncé.

Les sels de mercure, de plomb, de bismuth, ou leurs oxides, colorent en noir ou violet foncé les cheveux rouges, châtains et blancs ; les chimistes ont vu dans ce phénomène de coloration la production d'un sulfure ; mais pourquoi alors les cheveux contracteraient-ils, par la formation d'un sulfure, une coloration entièrement opposée à celle que nous offrent les sulfures dans leur état naturel ? pourquoi, par les sels de plomb, ne deviendraient-ils pas jaunes ? Nous sommes tentés de voir, dans ces colorations, un phénomène d'oxidation ou de désoxidation de ce caméléon organique, qui forme la base et le générateur de toutes les colorations animales et végétales.

1872. C'est sur la connaissance de ces diverses réactions, qu'on a basé l'art de colorer ou de décolorer artificiellement les cheveux sur une tête vivante, ou plutôt l'explication des phénomènes de coloration ou de décoloration artificielle, dont tous les peuples ont fait un plus ou moins fréquent usage, avant que la chimie ait cherché à s'en rendre raison.

Les Turcs, en effet, pour dépouiller leur chef des cheveux que l'usage du turban rend inutiles et incommodes, les recouvrent d'un mélange d'une partie d'orpiment, et de neuf parties de chaux réduite en poudre, le tout délayé en forme de pâte. L'orpiment et la chaux décomposent le tissu albumineux du poil et en changent l'huile en savon ; ils désorganisent la pilosité jusque dans son bulbe reproducteur.

On peut teindre en noir les cheveux blancs ou blonds, et la barbe de même couleur, avec une dissolution éthérée de nitrate d'argent ; mais on risque de se noircir en même temps la peau. Pour éviter cet inconvénient, on broie le sel dans de la chaux éteinte, puis cette pâte dans un peu de pommade ou d'huile, avec laquelle on se contente de se frotter les cheveux. On les colore encore en noir, au moyen d'une pâte

nposée d'une partie de minium pulvérisé, de quatre par-s d'hydrate de chaux, et d'une faible dissolution de po-se caustique; on enduit les cheveux de cette pommade, on recouvre la tête d'une calotte de taffetas ciré, ou de feuil-de chou, pour s'opposer à l'évaporation, ou plutôt pour intenir le mélange à la température favorable à sa combi-son. Berzélius explique ce résultat d'une manière qui ut être vraie dans un récipient, mais qui ne pourrait que sorganiser et frapper de mort la pilosité, si elle se réalisait ns son sein. D'après lui, il se forme alors une combinaison oxide de plomb et de potasse, ainsi que du carbonate et tartrate de chaux; la première pénètre bientôt les che-ux, et donne naissance à du sulfide hydrique (hydrogène lfuré), qui les noircit aussitôt, au moyen du sulfure de omb produit. Mais alors, pourquoi cherche-t-on vainement noircir les cheveux, en les mordançant d'abord avec un sel plomb, puis les traitant par un sulfure alcalin? Berzélius t que c'est parce que le plomb ne pénètre pas alors dans la bstance du cheveu.

On colore aussi les cheveux en noir, avec le brou de la ix, avec certaines décoctions de plantes; procédés bien oins dangereux pour la santé. Mais par l'un ou l'autre pro-dé, on ne colore que la végétation développée; la coloration passe pas jusqu'au germe; et tout ce qui pousse de nou-au reprend sa coloration naturelle; en sorte que tous les it jours au moins, il faut recommencer la préparation; ce i est véritablement fâcheux pour nos civilisés, pauvres *rte-perruques*, qui ne se trouvent jamais bien, tels que la ture les a faits; qui, sous Louis XIV, avaient autant hor-ur des cheveux noirs, que nous avons horreur aujourd'hui es cheveux blancs, et qui, si jamais un de leurs maîtres naît vec des cheveux rouges, se prendront d'une belle passion our rougir leurs cheveux.

1873. Les poils sont enduits d'une matière savonneuse, ui joue un grand rôle dans le lavage de la laine, sous le

nom de *suint de mouton*. La présence de cet enduit s'opposerait au *mordançage* et à la *fixation des couleurs*. Le suint se dépose dans l'eau, dans laquelle on lave à froid les laines, et la fait mousser, comme du savon, dont elle a tous les caractères.

En effet, d'après Vauquelin, l'eau chargée de suint se trouble par évaporation, et laisse un résidu sirupeux et brun, dont la saveur est âcre, amère, ayant l'odeur de la laine. L'alcool en dissout une partie, et abandonne, par évaporation, une masse transparente, visqueuse, qui se dissout aisément dans l'eau; c'est une combinaison d'alcali et d'une matière oléagineuse, que les acides précipitent; l'acide sulfurique en dégage de l'acide acétique. Le précipité est fusible, et se fige par le refroidissement, en une matière brune (car elle est altérée par la présence de l'acide) (1138). Elle forme avec la chaux une combinaison soluble, caractère qui la fait considérer comme une graisse *suî generis*, ce qui serait vrai, si elle était une graisse pure de tout mélange, mais ce qui rentre dans la loi ordinaire, en admettant que cette graisse est imprégnée d'un sel, dont l'acide peut former avec la chaux un sel soluble. La portion insoluble dans l'alcool ne se dissout pas non plus en entier dans l'eau, elle fait effervescence avec les acides; c'est le derme de la laine imprégné de savon et d'acétate de chaux. La dissolution aqueuse est brune (car le suint a été altéré par l'action de ses sels soumis à la température, par laquelle on l'a fait passer dans ces divers traitements); elle précipite par le chlorure de baryte, par le nitrate d'argent, par le nitrate de fer. L'analyse en est restée là, et véritablement elle ne nous apprend pas grand'chose; ce qui en résulte à nos yeux, c'est que le *suint* n'est que le détritus de la portion corticale du poil, qui a fait son temps et qui se résout, ainsi que toutes les écorces des organes qui végètent; il ne diffère pas autrement du reste de la laine, que le lavage respecte, vu qu'elle continue encore à végéter.

Par le lavage, la laine perd depuis 35 à 45 pour 100 de son

oids; les eaux de lavage servent à laver encore mieux la laine; ır le savon qu'elles contiennent ajoute une quantité active de us au savon que la laine non *dessuintée* possède déjà. Le *int* est un excellent engrais; on a calculé qu'en France ous en aurions assez pour fumer 150,000 hectares.

1874. Piquants du hérisson, et du porc-épic. — Ces piıants sont des poils, dont le développement a eu lieu sur une us grande échelle, et sur le type des tiges et troncs végétaux. 'est-à-dire que dans le sein de la cellule principale, il s'est éveloppé une rangée circulaire d'autres cellules secondaires, ıi se sont étendues en longueur, en reproduisant à fur et esure des cellules de troisième, quatrième, etc., ordre, qui se lidifiaient à leur tour. Aussi quand on coupe un de ces gros oils transversalement, croirait-on avoir sous les yeux une anche d'une petite tige ligneuse, avec ses couches concenıiques et ses rayonnements du centre médullaire à l'écorce 1103). Chaque cellule secondaire se dessine sur l'écorce par ne cannelure en relief; mais comme les cellules postérieures ı développement ne sauraient parvenir aux mêmes hauteurs ue les cellules antérieures, et que partant les cellules quaernaires devront se trouver au-dessous des ternaires, celles-ci u-dessous des secondaires, à l'instant de l'observation, il ensuit que le poil ou piquant devra se terminer en une pointe 'autant plus aiguë, que les distances entre toutes ces somıités de développement seront plus grandes.

1875. Il ne faut pas confondre avec ces piquants, les bâons d'oursins, ossifications calcaires qui n'émanent pas 'un nerf, qui ne sont pas implantées sur l'épiderme, mais ont articulées, par une cavité cotyloïde, sur une tubérosité e l'enveloppe osseuse de l'animal, y tiennent par des ligaıents (1803), comme la tête du fémur à l'ischium, et s'y ıeuvent en pivotant dans tous les sens, par le moyen de ıuscles. Les bâtons d'oursins sont des os externes, propres aux nimaux dont le derme s'est ossifié; ce sont des membres

nombreux développés et rangés en spirale, sur une vésicule qui n'était pas destinée à s'en munir symétriquement.

1876. Les piquants d'hérisson donnent, à l'analyse, les mêmes produits que les cheveux et les poils. On remarque qu'ils sont incolores et blancs à leur point d'insertion, et d'autant plus colorés ou marbrés qu'ils sont plus espacés, et qu'ils peuvent être plus long-temps en contact avec la lumière; car dans l'obscurité tout s'étiole.

1877. Cornes. — La corne diffère du poil, comme nos grandes végétations ligneuses diffèrent des végétations de basse taille, comme le baobab diffère du romarin. La corne est un poil gigantesque; même nature chimique, même organisation, seulement dimensions différentes. Le canal central du poil devient ici une cavité conique; mais la cavité n'arrive pas jusqu'au bout, pas plus que le canal; car elle n'est que l'emboîtement corné, le dernier en date. On distingue les cornes, 1° en *cornes simples* ou cornes proprement dites, et *cornes ramifiées*, vulgairement *bois* ou *perches*; 2° en cornes vivaces et cornes caduques ou annuelles. Tout le monde sait que les cerfs perdent au bout de l'année leur bois, qui repousse au printemps, et tous les ans avec un *andouiller* ou *cors* de plus. De même que les pilosités, les cornes sont droites, ou tordues en spirale d'une manière plus ou moins prononcée. Sur les cornes simples, on remarque des bourrelets ou anneaux transversaux, dont le nombre augmente d'un chaque année au sommet, en sorte que le dernier formé est toujours à l'extrémité de la pointe; ces cornes sont en quelque sorte, et sous le rapport du développement, analogues aux tiges articulées. Les cornes, comme les poils, sont des végétations émanant du cuir chevelu qui recouvre le crâne, mais qui, à force de se développer en dessous comme en dessus, finissent par adhérer intimement à la substance de l'os lui-même. C'est sur l'os frontal que les cornes sont implantées, et elles sont au nombre de deux, comme l'os frontal est la réunion de

deux autres. La théorie du développement spiro-vésiculaire s'applique également au développement des cornes et des poils, et elle est d'autant plus évidente, qu'on suit de plus près l'accroissement journalier de ces végétations animales.

1878. Comme organes, les cornes nous ont paru être des appendices de l'ouïe, des ossifications, dont les vibrations sont propres à saisir à distance les ondes sonores, qui seraient dans le cas d'échapper au cornet de l'oreille; et leur position sur l'os frontal ne saurait fournir une objection de quelque valeur à cette hypothèse; car nous avons vu que les dents, ossifications nerveuses placées à une plus grande distance du rocher que ne le sont les cornes, transmettent les sons du corps que l'on fait vibrer contre leur surface. Aussi, lorsque l'animal fuit, observe-t-on qu'il rejette les cornes en arrière, dans la direction du bruit qui le poursuit, et qu'il maintient ses oreilles parallèlement à ses cornes, tels que deux appareils destinés à fonctionner, en faveur de la même perception.

1879. Comme substance chimique, la corne ne diffère, par aucun caractère essentiel, dans l'état actuel de la science, des pilosités que nous avons décrites plus haut; et c'est d'elle que nous avons tiré la dénomination générique des autres. Par le râpage ou le frottement, elle répand une odeur désagréable; la saveur en est empyreumatique; à un peu plus de 100°, elle se ramollit sans se décomposer, propriété dont l'industrie a tiré un parti immense pour la fabrication et la moulure de toutes sortes d'ouvrages. A la distillation sèche, elle donne une grande quantité d'une huile fétide et ammoniacale, un peu de carbonate d'ammoniaque libre, très peu d'eau, enfin un sixième de son poids en un charbon à éclat métallique, provenant de l'enduit phosphorique et phosphaté. Ce charbon laisse à peu près $\frac{1}{200}$ de son poids en cendres, composées principalement de phosphate de chaux et d'un peu de carbonate de chaux, ainsi que de phosphate de soude. L'alcool et l'éther enlèvent, par la macération, à la corne, une certaine quantité de graisse saponifiée acide, dont une

portion fluide, et l'autre figée par le refroidissement. Dans l'interprétation des diverses réactions, il ne faut jamais perdre de vue le genre d'influence ou d'obstacle que l'organisation des substances cornées oppose au réactif. On ne s'étonnera pas dès lors de voir que l'acide sulfurique concentré, mis en contact avec les râpures de corne à la température de 14°, ne dissolve rien et ne se colore pas; car les substances grasses sont protégées, contre l'action de l'acide, par des parois que l'acide rend encore plus imperméables, en les privant à son profit de la portion aqueuse qni entre dans leur composition. La portion de l'acide qui, dans le premier contact, a pu pénétrer dans la substance cornée, y reste, par la même raison, emprisonnée, et sert à ramollir la corne, en la désorganisant. Aussi, si on lave la substance après ce traitement, l'eau se charge-t-elle d'une substance grasse, acide, qui précipite tant par le chlorure de mercure que par la noix de galles. L'acide nitrique étendu agit lentement sur la corne et la ramollit à la longue, en la colorant en jaune; au sortir de ce réactif, d'après Hatchett, si l'on plonge les râpures dans l'ammoniaque, celle-ci se colore en rouge-jaune, puis rouge de sang, et lorsque la substance cornée est entièrement dissoute, la liqueur devient d'un rouge-jaune foncé. L'eau bouillante dissout aussi la substance cornée traitée par l'acide, elle se colore en jaune et se prend en gelée par le refroidissement. Cette gelée se redissout dans l'eau, et se précipite par le tannin. Dans l'acide nitrique concentré, la corne se dissout très vite, et si on évapore à siccité la solution, la masse détonne vers la fin de l'opération, ce qui aurait également lieu en traitant un mélange oléagineux phosphaté, par le même acide et le même procédé. Tout acide qui rend solubles les graisses dans l'eau, la ramollira en plus ou moins de temps, selon son énergie; il en sera de même des alcalis. Hatchett a vu que la substance cornée, épuisée de sa portion graisseuse par la macération dans l'alcool, et séchée, prend, au bout de quelques jours, avec l'acide hydrochlorique, une

belle couleur, d'abord violette, puis bleue, sans que l'acide se colore. Ce phénomène, nous l'avons déjà vu se reproduire à l'égard du gluten et de l'albumine (1534); il résulte de l'action de l'acide sur le tissu cellulaire de la corne, qui est albumineux. D'après lui, l'acide nitrique fait passer la coloration bleue au jaune, et l'ammoniaque à l'orangé, exactement encore comme ces deux réactifs agiraient sur un mélange coloré d'albumine et d'acide hydrochlorique. La potasse caustique dégage à chaud de l'ammoniaque de la substance cornée, et finit par la dissoudre en une gelée visqueuse et gluante; elle la noircit en même temps, ainsi que tous les tissus de l'un et de l'autre règne. Nous ne donnerons pas plus d'importance à la discussion des essais chimiques auxquels on a soumis l'étude de la substance cornée; il n'est pas un des caractères assignés à cette substance qui ne s'explique avec succès, en se souvenant qu'on agit sur un mélange organisé de tissus albumineux, de graisse saponifiée, de sulfure de fer et de manganèse, de sels terreux, parmi lesquels le phosphate de chaux et celui d'ammoniaque occupent la principale place.

1880. ONGLES, ERGOTS ET SABOTS. — De même que certaines papilles nerveuses parvenues au contact de la lumière à travers la substance de l'os frontal, se développent en cornes, de même les papilles nerveuses parvenues au contact de la lumière à travers les os des extrémités, s'organisent en ossifications cornées, qui prennent le nom d'ongles à l'extrémité des doigts, de *sabots* (chez le cheval), à l'extrémité d'un doigt unique résultant de l'agglutination de plusieurs doigts en un seul; et d'*ergots*, quand cet accroissement a lieu un peu plus haut que l'insertion des doigts des pieds et en arrière (chez le coq). La nature, l'organisation et le développement de ces substances sont les mêmes que sur les cornes frontales; et si les ongles de l'homme et le sabot du cheval affectent une forme générale différente, cela tient à ce que nous nous em-

pressons de nous rogner les ongles, à mesure qu'ils se développent, à ce que le frottement use le sabot chez le cheval sauvage, et que le maréchal le rogne pour le ferrer chez le cheval privé; autrement, chez les animaux sauvages unguiculés, les ongles poussent coniques, et souvent crochus comme des cornes, et deviennent des instruments de défense autant qu'ils servent à donner à la marche de l'aplomb et de la solidité. Les ongles sont sensibles, surtout à leur racine, et au point où ils commencent à rentrer dans la chair; c'est par là, comme chez les cheveux, que leur développement continue; en sorte que les stries d'accroissement les plus anciennes et les premières en date se trouvent toujours à l'extrémité libre de l'organe. Les ongles se colorent et se décolorent par l'influence des mêmes substances qui agissent sur les cheveux (1872). Parmi les ouvriers en cuivre, il n'est pas rare d'en rencontrer, dont les cheveux blonds ou rouges se sont teints, comme leurs ongles, d'une couleur verte ou bleue, qui est due à l'absorption du cuivre. De même qu'on se sert de peignes de plomb, pour noircir à la longue les cheveux d'un rouge désagréable, de même nous voyons les ongles des ouvriers sur plomb ou sur fer, noircir et conserver cette couleur, jusqu'à ce que, l'ouvrage venant à cesser, l'ongle ait renouvelé toute sa substance, en poussant toute la portion noire au dehors de la région du doigt, pour y être retranchée chaque jour au ciseau (*).

1881. Plumes et duvet. — Les plumes sont des poils ramifiés, comme le bois des cerfs est une corne branchue. Dans l'origine, la plume est une bulbe, qui crève, pour donner jour à la tige, dont les barbilles, simples à cette époque, sont

(*) C'est pour cette raison que dans la teinture des laines, il faut avoir grand soin de ne pas employer des mordants ou des substances tinctoriales qui tiennent du plomb en dissolution; car on teindrait en noir en voulant teindre en rose; parce qu'il se produirait un sulfure noir, par la combinaison du plomb du réactif, avec le soufre que renferme la laine.

pressées les unes contre les autres, et disposées en spirale autour du sommet. Chacune de ces barbilles est à son tour une tige destinée à se reproduire sur le type qui l'a engendrée, reproduction qui se continuerait à l'infini, si la caducité ne la surprenait à une certaine phase; les rameaux de la dernière formation se montrent à l'œil de l'observateur comme de simples papilles visibles seulement au microscope, où elles jouent le rôle des dents et épines de certaines tiges végétales. Rien ne représente mieux le développement de la plume en miniature, que l'un des stigmates ramifiés des céréales avant la fécondation (pl. 9, fig. 9). Quant au tuyau qui est la tige pour ainsi dire souterraine de la plume, il est facile de voir qu'il se compose d'emboîtements articulés, qui en divisent l'intérieur par tout autant de diaphragmes, comme les tiges végétales que nous nommons articulées. Quant à la disposition des rameaux qui en émanent, il est évident qu'elle se rapporte à la disposition alterne (*), depuis le rameau principal jusqu'aux rameaux extrêmes ou barbilles, tandis que les cornes ramifiées du cerf sont organisées d'après la disposition en spirale.

1882. ÉCAILLES, CALUS ET DURILLONS, CORS AUX PIEDS. — Nous venons d'étudier le développement en longueur des ossifications nerveuses; mais les papilles nerveuses peuvent, comme toute autre végétation, prendre une plus grande extension en largeur qu'en longueur, se développer en plaques et non en tiges, devenir écailles et non poils. Le corps de l'animal est alors revêtu d'une cuirasse, d'une espèce de cotte de mailles, au lieu d'être couvert d'un feutre soyeux; et le derme disparaît sous cette couche d'écailles, comme s'il s'était transformé en os. Le *tatou* est le mammifère chez lequel cette transformation a pris une extension plus considérable, et chez qui les écailles innombrables qui en recouvrent toutes les surfaces, jusqu'à celles des jambes et de la queue, ont

(*) *Nouv. syst. de physiologie végét. et de bot.*, § 727.

conservé une plus grande analogie avec les piquants, par leur forme proéminente et papillaire. Chez les poissons et les sauriens, il n'est pas une surface qui ne se garnisse de ces ossifications nerveuses, lesquelles se recouvrent, comme les tuiles, d'avant en arrière, afin de n'opposer aucune résistance à la locomotion; la tortue, au contraire, est l'animal chez lequel les papilles nerveuses se sont ossifiées en moins grand nombre et sur les plus larges proportions.

1883. Chez les animaux d'un ordre supérieur, le frottement est dans le cas d'imprimer aux papilles nerveuses une impulsion de développement corné; et sur la surface la plus lisse ou la plus velue, on ne tarde pas alors à voir paraître des *calus*, *durillons* ou *cors*, qui offrent tous les caractères de structure, d'origine et de composition chimique, que nous offrent les écailles qui caractérisent en zoologie les animaux ci-dessus. Qui ne connaît, par sa propre expérience, la douloureuse sensibilité d'un cor au pied? Le frottement des chaussures a développé en cet endroit un nouveau sens, une papille nerveuse qui a changé de rôle en s'émoussant, et qui est devenue un organe de torture, d'organe de tact qu'elle était. Il est des cas maladifs, capables de faire subir d'analogues transformations à toutes les papilles nerveuses qui aboutissent au derme, et qui sont dans le cas de couvrir le corps de l'homme de la cuirasse du poisson.

1884. Pour détruire ces végétations, il ne suffit pas de les tailler à mesure qu'elles poussent, il faut les extirper, ou les étouffer dans leur germe. Or, plus on tarde, moins cette tâche est facile, parce que le développement qui a lieu dans tous les sens, chez toutes les sortes de végétation, pénètre plus avant de jour en jour au-dessous des couches inférieures du derme; en sorte qu'à la longue on ne saurait se défaire de ces superfétations, qu'au moyen d'une plaie profonde, et le remède serait de la sorte pire que le mal. Commencez par supprimer la cause, si vous voulez faire disparaître l'effet; cette cause est en dedans ou en dehors; la première pro-

vient du trouble de nos fonctions, la seconde d'un frottement prolongé qui est aussi un trouble ; celle-ci est plus facile à supprimer que l'autre ; mais l'autre étant une ossification nerveuse, comme le rachitisme est une dégénérescence des os, il est permis d'entrevoir que le remède est dans le cas de se trouver dans la substance, qui a la propriété de fournir des éléments réparateurs à la matière nerveuse. Nous n'avons aucun remède à proposer en cas de frottement; la mode est là pour multiplier les calus; les pédicures sont là pour les extirper; il faut que chacun vive de son état; permettez à la coquette Chinoise de jeter son pied dans un autre moule que celui de la nature, et à l'élégant Français de se condamner, de son propre mouvement, à l'une des tortures les plus atroces que 89 ait arrachées à la vindicte de la loi. Allez et souffrez, et souffrez deux fois pour que personne ne s'en aperçoive ; ici l'on n'est admis qu'avec des formes qui plaisent, et l'on ne plaît qu'avec des formes qui font souffrir. Arrière les sauvages, qui ne connaissent pas l'insigne bonheur d'avoir des cors aux pieds ! fi donc de l'homme de peine au contraire qui porte aux mains ce que l'homme de loisir porte aux pieds !

1885. Papilles cornées de la langue. — Les papilles nerveuses de la langue (1638) deviennent cornées chez le chat, et prennent la forme de petits piquants coniques, qui en rendent la surface rude et déchirante au toucher. La finesse de l'odorat rachète, chez ces animaux, ce que peut avoir d'émoussé l'organe ainsi ossifié du goût; aussi ces animaux ne manquent jamais de flairer, avant de porter les dents sur leur nourriture.

1886. Dents. — Si les papilles nerveuses qui arrivent à la surface, à travers les os frontaux, s'ossifient en cornes, et celles qui arrivent à la surface supérieure de la langue, chez certains animaux, s'ossifient en organes cornés, les papilles nerveuses qui arrivent à la surface, à travers les os de la mâ-

choire, s'ossifient en forme de dents, instruments de mastication encore plus qu'organes de tact, et qui deviennent organes de la plus poignante douleur, quand leurs couches internes, venant à s'altérer et à se décomposer, mettent au contact de l'air, à leur place, les couches plus internes qui n'avaient été destinées qu'à transmettre et non à recevoir les impressions. On dit alors que le nerf est mis à nu; expression impropre qui semblerait signifier que la dent est implantée après coup sur un nerf, qu'elle en est séparée par un diaphragme, tandis qu'elle n'est qu'une expansion ossifiée de ce nerf lui-même.

1887. Les dents se développent comme les ongles et les cornes, poussant devant elles toutes les couches anciennes, qu'elles remplacent par des couches de nouvelle formation, et en sorte que les tissus les plus jeunes se trouvent toujours à la base. L'usure enlève chaque jour une des couches de la sommité; la suivante prend sa place, pour s'user à son tour et être remplacée par une autre, qui de proche en proche s'est façonnée au contact de l'air extérieur. Ainsi la couche la dernière venue, qui serait un organe de torture, si on la mettait à nu tout-à-coup, ou si la carie l'atteignait d'une manière trop rapide, finit par subir l'influence de l'air et de la lumière, et par supporter impunément les chocs et le frottement, lorsqu'elle est arrivée à la place extrême, après avoir passé par toutes les phases de développement, de même que l'ongle, si sensible à sa racine, se laisse rogner sans douleur à son extrémité. La sommité de ces organes est semblable à l'écorce végétale, couche inerte et de rebut, que l'on déchire sans plaie, et qui tombe sans dénuder le tronc.

1888. La forme extérieure des dents varie selon les espèces animales, et sert même à les caractériser, à défaut de tout autre renseignement. On les divise en canines, incisives, et molaires. Les molaires occupent la portion la plus reculée des mâchoires, celle où celles-ci se rapprochent avec le plus de puissance, et peuvent broyer le plus menu; les incisives placées sur le devant, tranchent au lieu de broyer; et les ca-

nines, espèces de cônes aigus, placées de chaque côté des incisives, servent à accrocher la proie que les incisives doivent hacher en morceaux, qui vont se broyer sous les molaires. Les canines s'allongent en instruments de combat, en *défenses*, chez certains animaux herbivores; elles sont aiguës et dépassent un peu les incisives dans les animaux carnivores; elles sont égales en longueur à toutes les autres, chez les animaux qui ne vivent que d'herbes ou de mets d'avance préparés.

1889. Les dents ne sont pas des organes du goût (1645); mais, par elles-mêmes, elles agissent comme organes de tact, et sont sensibles au froid et à la chaleur, à l'action des alcalis et des acides; elles nous transmettent les impressions de dureté et de mollesse, d'âpreté et de poli, et même les vibrations des corps sonores qu'on applique contre leur surface, vibrations qui arrivent au rocher, par l'intermédiaire des os de la mâchoire.

1890. Sous le rapport chimique, les dents sont les ossifications nerveuses, qui se rapprochent le plus des ossifications musculaires, des os proprement dits. Leur périoste se nomme *émail*. Leur *diploé* ou os dentaire est traversé dans tous les sens par des vaisseaux et des ramifications nerveuses, qu'on ne met jamais à nu impunément. Par la dessiccation, la dent acquiert une grande dureté. Calcinée au feu, l'émail en brunit à peine, et l'os dentaire acquiert à l'intérieur une teinte noire faible; elle répand une odeur ammoniacale et ne perd pas 2 pour 100 de son poids; dans les acides la dent se ramollit. L'émail est une membrane pelliculeuse; l'os dentaire est un tissu cartilagineux moins abondant que chez les os ordinaires; car la membrane est désorganisée pour ainsi dire dans l'émail, écorce plus vieille et caduque, et continue à se développer dans l'os dentaire; elle doit donc être plus fibrineuse dans celui-ci, et plus épidermique, si je puis m'exprimer ainsi, dans l'*émail*.

1891. Berzélius a analysé séparément l'émail et l'os dentaire de l'homme et du bœuf, et il a obtenu les résultats suivants. Chez l'homme :

	Email.	Os dentaire.
Phosphate de chaux avec fluorure de chaux.	88,5	64,3
Carbonate de chaux.	8,0	5,3
Phosphate de magnésie. . . .	1,5	1,0
Soude et un peu de sel marin. .	0,0	1,4
Membranes brunes tenant à l'os dentaire, alcali, eau. . . .	2,0	0,0
Cartilage et vaisseaux. . . .	0,0	28,0
	100,0	100,0

Chez le bœuf:

	Email.	Os dentaire.
Phosphate de chaux avec fluorure de chaux.	85,0	63,15
Carbonate de chaux. . . .	7,1	1,38
Phosphate de magnésie. . .	3,0	2,07
Soude avec un peu de chlorure de soude.	1,4	2,40
Membranes brunes tenant à l'os dentaire, alcali, eau. . .	3,5	0,00
Cartilage et vaisseaux. . . .	0,0	31,00
	100,0	100,00

1892. Ce fut Morichini qui, en 1802, trouva le fluorure de chaux dans l'ivoire et les dents fossiles d'éléphant, découverte confirmée par Klaproth; dans des expériences subséquentes, il le signala dans l'émail des dents non fossiles, et Berzélius s'est rangé de son avis. Mais cette opinion n'a été partagée ni par Fourcroy, ni par Wollaston, ni par Brandes. Quant à l'analyse que Berzélius nous a laissée des dents de l'homme et du bœuf, elle ne saurait représenter la composition que des pièces qu'il a eu l'occasion d'étudier; et les proportions en seront toutes différentes, selon qu'on soumettra à l'analyse les dents de l'enfant ou du veau, de l'homme et du bœuf à ses différents âges. Cette vérité découle de l'idée que nous sommes forcés de nous faire de l'organisation

et de l'accroissement du système dentaire; ce qui s'accroît, en effet, ne saurait offrir à toutes les époques les mêmes proportions, car autrement il faudrait le supposer stationnaire.

1893. Lassaigne a analysé un plus grand nombre de dents; mais il n'a eu en vue que de constater les proportions de matière organique, de phosphate et de carbonate de chaux. Il évalue la proportion de matière organique, par la calcination, procédé qui ne nous paraît pas propre à fournir des documents invariables, lorsqu'il s'agit d'un tissu aussi compacte et aussi phosphaté que le sont les dents. Quoi qu'il en soit, nous allons transcrire un extrait du tableau qu'il a publié sur ce sujet, dans le *Journal de Pharmacie*, et dans l'*Anatomie comparée* du système dentaire de Rousseau.

Dents.	Matière organiq.	Phosphate de chaux.	Carbonate de chaux.
D'un enfant d'un jour. . .	35	51	14
D'un enfant de 6 ans. . .	28,57	60,01	11,42
D'un homme adulte. . . .	29	61	10
D'un vieillard de 81 ans. . .	33	66	1
D'une momie d'Egypte. . .	29	55,5	15,5
Dents de devant d'un lapin. .	31,2	59,5	9,3
Molaires d'un lapin. . . .	28,5	63,7	7,8
Molaires de rat.	30,6	64,1	5,3
Molaires de sanglier. . . .	29,4	64	6,6
Défenses de sanglier. . . .	26,8	69	4,2
Défenses d'hippopotame. .	25,1	72	2,9
Dents de devant du cheval. .	31,8	58,2	10
Molaires du cheval. . . .	29,1	62	8,9
Dents de devant du bœuf. .	28	64	8
Dents d'oryctérope. . . .	27,3	65,9	6,8
Dents de gavial.	30,3	61,6	8,1
Dents de couleuvre à collier.	30,5	66,3	3,2
Crochets à venin de vipère. .	21	73,8	5,2
Dents de carpe.	35	49	16
Dents de requin.	33,5	52,6	13,9

1894. Pepys avait précédé Lassaigne dans ces sortes d'évaluations, et il avait obtenu les résultats suivants :

	Matière organiq.	Phosphate de chaux.	Carbonate de chaux.	Eau et perte.
Premières dents d'enfant. .	20,0	62,0	6,0	12
Dents d'un adulte. . . .	20,0	64,0	6,0	10
Racine des dents. . . .	28,0	58,0	4,0	10
Email des dents. . . .	00,0	78,0	6,0	16

1895. Cette divergence dans les résultats démontre évidemment l'insuffisance des méthodes de la chimie, encore plus que ne le feraient tous nos raisonnements. Ainsi, selon les procédés que l'on emploie, le phosphate augmente et le carbonate diminue, et la matière organique passe en partie sur le compte de l'eau, *et vice versâ*. Les chimistes eux-mêmes les plus ardents à défendre la méthode, ne se montrent rien moins que rassurés sur l'exactitude de leurs résultats et sur leur signification. Ainsi, Berzélius qui, dans ses premières publications, avait affecté un chiffre précis au fluate de calcium, et un chiffre qui s'élevait à 2 ; 2,9 ; 4,2 ; 5,69 ; a cru devoir dans ses analyses ultérieures confondre le fluate avec le phosphate, comme un accessoire à peine digne d'être évalué.

1896. Enfin, ces analyses sont si peu propres à fournir un caractère distinctif des dents, que, sans la forme de l'organe, il n'est pas un chimiste qui osât prononcer, après l'opération, que c'est une dent et non un os qu'on a soumis à son analyse. C'est que réellement, sous le rapport chimique, la dent ne diffère pas de l'os, et que c'est à une étude moins morcelée qu'il faut avoir recours, pour arriver à un résultat philosophique. Il ne faut jamais croire que l'on connaît une chose, et surtout un organe, quand on s'est contenté de l'étudier, même avec le plus grand soin possible, sous un seul de ses rapports.

1897. Applications physiologiques. — Les dents offrent avec les troncs végétaux, une analogie de plus, dans les cas maladifs qui les affectent. Il leur survient des plaies comme aux troncs, une carie qui les ronge de jour en jour. Mais le germe destructeur de ce mal est également local chez la dent et chez le tronc, et si la scie vient à en retrancher le siége, sans atteindre le cœur du développement organisé, celui-ci en est préservé désormais, et la solution de continuité met en rapport avec l'air une surface qui n'en subit aucune funeste influence. La carie serait-elle l'ouvrage d'animalcules chez le système dentaire, comme tout porte à croire qu'elle n'a pas d'autre origine chez les divers systèmes végétaux? Nous penchons vers cette opinion, sans laquelle le développement progressif de ce mal nous paraît inexplicable; vu qu'une fois déclaré, il résiste à tous les soins de propreté, et que dans tous les cas il ne vient pas du dehors, et ne se fait jour qu'après avoir largement exercé ses ravages dans les portions les plus internes. Nous invitons les observateurs d'en poursuivre l'étude sous ce point de vue. Mais tous les maux de dents ne proviennent pas de la carie; car les dents, expansions nerveuses, sont sensibles, et tout organe vasculaire est susceptible d'inflammation.

SIXIÈME ESPÈCE.

Tissus caduques et épuisés (*); épiderme.

1898. Je désigne sous ce nom toutes les surfaces épidermiques qui ont fait leur temps, et qui tendent à se détacher des tissus qu'elles recouvrent, et au développement desquels elles se sont sacrifiées; que ces tissus soient en contact immédiat avec l'air extérieur, ou qu'ils soient plongés dans une

(*) *Premier mémoire sur les tissus de nature animale*, tome IV du Répertoire général d'anatomie, pl. 7, fig. 2, 5; et *deuxième mémoire sur même sujet, ibid.* pl. 2. 1827.

cavité que l'air puisse pénétrer. Le tissu caduc, dans le premier cas, prend le nom d'*épiderme*, et dans le second cas, celui de *membrane muqueuse ;* dans l'un, il se détache par plaques desséchées et furfuracées ; dans l'autre, au contraire, par couches imbibées de liquide et filantes comme du *mucus*. La différence ne provient que du milieu ambiant.

1899. Lorsqu'on observe au microscope un fragment d'épiderme, pris ailleurs que sur les surfaces palmaires ou plantaires, il est facile de comprendre qu'on a sous les yeux un tissu cellulaire épuisé de ses sucs desséché par le hâle, et réduit aux parois de ses cellules appliquées intimement les unes contre les autres, sans l'intermédiaire d'aucune substance organisatrice. On distingue les lignes de démarcation des grandes cellules entre elles ; et celles-ci apparaissent comme des compartiments d'une mosaïque, comme des pièces de marqueterie à contours irréguliers, et sur l'aire desquelles on observe çà et là des granulations distantes ou rapprochées, qui, à cause de leur forme lenticulaire, paraissent plus brillantes que le reste du tissu. Ce sont ces points que Leeuvenhoek a pris pour des pores, illusion que tous les anatomistes ont consignée, d'après lui, dans leurs ouvrages, comme une opinion qui n'a plus besoin d'être soumise à la discussion. Mais ces granulations, qui étaient des pores pour Leeuwenhoek, sont devenues plus tard, pour d'autres observateurs de l'école académique, les éléments globulaires des membranes, les grains du chapelet qui, d'après eux (1554), aurait formé la fibre élémentaire ; et ceux-ci ne se sont pas plus aperçus que les autres du double emploi de ces granulations. Espérons qu'aujourd'hui que l'opinion publique a la prétention d'en savoir un peu plus long et d'y voir un peu plus clair que nos sociétés savantes, les compilateurs universitaires ne s'amuseront plus à viser au merveilleux, en nous répétant combien Leeuwenhoek a compté de pores sur un pouce carré d'épiderme ; ni combien de granules nos physiologistes ont comptés sur une fibre d'un millimètre de longueur ; nous avons suffisam-

ment appris à réduire ces assertions à la valeur d'une illusion préconçue (1555).

1900. Quoi qu'il en soit, si l'épiderme est un tissu épuisé de ses sucs, il ne peut être qu'un tissu vieilli et caduc, un tissu inerte et de rebut, qui cède peu à peu au développement des tissus qui lui succèdent, s'exfolie sous l'effort, et tend à se détacher de la surface, pour céder la place aux tissus qui lui ont succédé, et qui doivent s'épuiser à leur tour et tomber comme lui. Ainsi chaque jour l'épiderme des animaux se détache par parcelles, comme le tronc des végétaux; l'animal, comme le végétal, se régénère du dedans au dehors, toujours jeune au centre, toujours vieux à la surface. Les débris épidermiques qui subissent cette loi forment cette petite poussière furfuracée, dont se recouvrent les surfaces du corps qui sont en contact permanent avec la lumière, quand on néglige les soins ordinaires de propreté; sur toutes les autres surfaces, que nos habits tiennent constamment plongées dans l'obscurité, et qui se trouvent ainsi enveloppées d'une atmosphère humide, l'épiderme s'imprégnant de sueur, et subissant un commencement de décomposition, s'enlève sous forme d'une crasse noirâtre, grasse, qui se laisse rouler entre les doigts, et qui perd sa consistance dans l'eau.

1901. D'après ce que nous avons établi relativement à l'origine et à la structure des poils (1866), on s'expliquera clairement comment il se fait que les poils qui hérissent certaines surfaces de notre corps, ne tombent pas chaque jour avec l'épiderme. Les poils sont des extrémités de rameaux, et non des appendices de l'épiderme ou du derme; de même que les rameaux d'un arbre ne se détachent pas avec l'écorce, de même les poils et autres substances cornées persistent, alors que la couche qui les entoure à la base se dessèche et tombe au dehors; la caducité des poils, cornes et plumes est annuelle.

1902. Les couches inférieures à l'*épiderme* et qui forment l'enveloppe générale des corps, constituent le DERME, tissu cellulaire infiltré d'albumine et de graisse, et traversé par les

innombrables ramuscules nerveux qui se rendent au dehors. Chez certains animaux, l'accroissement du derme se fait sur des dimensions considérables, et ses mailles s'infiltrent de graisse liquide, qui protége les organes par un approvisionnement susceptible de se sacrifier à une élaboration plus énergique, et à un développement plus rapide des organes intérieurs. Le derme des animaux est, dans ce cas, l'analogue de l'enveloppe périspermatique des graines végétales et de l'aubier du tronc, tel que nous l'avons défini dans le *Nouveau système de physiologie végétale.*

1903. L'épiderme se comporte avec les réactifs comme tout tissu cellulaire vieilli et desséché, c'est-à-dire comme l'albumine organisée et qui a perdu sa solubilité dans l'eau (1505). Toutes choses égales d'ailleurs, l'épiderme donnera donc plus de cendres que tout autre tissu qui élabore et qui vit.

1904. Si l'on pouvait détacher d'une seule pièce l'épiderme qui recouvre le cuir chevelu, on l'obtiendrait sous forme d'un crible, dont les trous ne seraient autres que les espaces que traversent les poils.

1905. Nous venons de voir que l'épiderme s'exfolie sous deux aspects physiques différents, selon qu'il appartient à des surfaces exposées constamment au hâle, ou à des surfaces plongées constamment dans une humide obscurité par nos vêtements. Les membranes muqueuses qui sont non seulement plongées dans l'obscurité, mais humectées des liquides que sécrètent les glandes, ou qu'élabore la nutrition, doivent avoir un genre d'exfoliation qui leur est propre, et qui se modifie dans chaque milieu; mais ce qui est constant par l'observation directe, c'est que les muqueuses s'exfolient régulièrement et jour par jour; qu'elles sont caduques chaque jour par leur couche la plus externe; qu'elles tombent après s'être sacrifiées aux dépens des couches plus internes, et, sous ce rapport, leurs exfoliations ne diffèrent de l'*épiderme* proprement dit, qu'en ce que, chez elles, le tissu cellulaire

ne se dessèche pas en s'épuisant, qu'il conserve sa mollesse en se détachant, et reste imprégné d'eau en se dépouillant de ses substances organisatrices.

1906. Que l'on examine au microscope la salive le matin à jeun, on y observera une quantité considérable de cellules aplaties, isolées ou réunies quatre ou cinq ensemble, et qui auront l'air de tout autant de petites écailles furfuracées (pl. 11, fig. 6, *b*, *c*, *d*). Pour s'assurer que ces débris proviennent de la couche externe des surfaces buccales, qu'on détache avec les dents un lambeau de ces parois, ce qui se fait sans occasionner la moindre douleur, et qu'on l'examine au même grossissement du microscope, et on verra clairement que ceux de la première observation (*b*, *c*, *d*) ne sont que les éléments désagrégés du tissu de la seconde (*a*) ; donc chaque jour les parois buccales se dépouillent de leur surface externe, qui se désagrège pour se confondre avec la salive, et être rejetée au dehors par l'expectoration. Dans un cas d'inflammation, cette excoriation a lieu d'une manière plus profonde, et l'on sent se détacher de larges lambeaux de ce tissu ; cela arrive encore fréquemment aux personnes qui ne peuvent dormir que la bouche béante ; car, dans ce cas, les parois buccales se dessèchent, et leur excoriation a lieu avec toutes les modifications de l'excoriation épidermique.

1907. Il en est de même de la surface des fosses nasales, qui est rejetée au dehors, pétrie avec les sels et les liquides de la sécrétion pituitaire, et qui offre alors la consistance ductile du gluten, de même que l'épiderme qui s'excorie imprégné de sueur.

1908. Quant aux surfaces intestinales, on n'a qu'à étudier les fèces de divers animaux, pour s'assurer qu'elles se divisent en petites pelottes, variables de formes et de dimensions, selon l'espèce d'animal, mais toujours revêtues d'une pellicule membraneuse très visible sur la fiente humaine, sur celle des moutons, etc. Cette membrane joue le rôle d'une cellule qui aurait élaboré dans son sein la substance durcie de l'excré-

ment. Étudiée au microscope isolée et lavée, on y rencontre fréquemment, non seulement des traces de vaisseaux sanguins, mais encore celles des plaques de Peyer, sur lesquelles nous allons revenir dans l'alinéa suivant. Il serait impossible de méconnaître à ces caractères un fragment de la muqueuse qui tapisse les intestins.

1909. La surface intestinale est hérissée de petites anses vasculaires, qui imitent assez bien la forme des anses branchiales de certains animaux aquatiques (pl. 8, fig. 4), et qui paraissent remplir ici des fonctions analogues, en aspirant dans le bol alimentaire, les sucs favorables à la nutrition et à la circulation. Mais l'analogie devient incontestable, lorsqu'on soumet à l'inspection microscopique la surface intestinale du fœtus humain; on la trouve alors hérissée de villosités jaunâtres, cotonneuses à l'œil nu, et qui, au microscope, offrent la même structure et les mêmes ramifications que les villosités vasculaires dont le feutrage forme le *placenta humain* (pl. 13, fig. 3). Ce sont donc des organes aspiratoires. Mais dès que l'enfant vient au jour et qu'il digère, ces villosités se détachent et s'écoulent avec le méconium, déchirées qu'elles sont par le passage de fèces solides, et elles sont remplacées par les anses plus consistantes qui les supportent, et que l'anatomie, à l'œil nu, désigne sous le nom de plaques de Peyer. Ni l'anatomie ni la chimie n'avaient tenu compte des premières, qui ont passé certainement, dans la dissection et l'analyse, sur le compte du *méconium*. La fig. 4, pl. 11, représente un fragment de ce tissu pris sur l'intestin d'un enfant venu à terme; la fig. 5 en représente une sommité de rameau, prise sur un fœtus de trois mois, époque où les villosités sont si abondantes et si feutrées, que le canal intestinal en est presque obstrué. On voit que chacune de leurs anses (*a*) est bordée d'un canal vasculaire, exactement comme le sont les anses des branchies de la jeune salamandre aquatique, dont une est représentée pl. 18, fig. 4 (1930).

1920. En nous occupant des tissus embryonnaires, nous

aurons à parler des caduques de l'*utérus* et du *chorion*, qui ne sont que des excoriations de ce genre.

1921. Nous avons dit que l'épiderme du cuir chevelu, si, par suite d'une macération ou d'une ébullition suffisante, on pouvait le détacher d'une seule pièce, s'offrirait comme une membrane criblée de pores qui seraient produits par le passage des poils à travers ce caduc tissu. Le même effet doit se produire sur les surfaces muqueuses, où les extrémités des ramuscules nerveux s'arrêtent aux dimensions de petites papilles, au lieu de continuer leur développement sous forme de poils. Tel est l'organe de la langue, spécialement chez le bœuf. Par l'ébullition, on peut obtenir d'une pièce et à un état très consistant, l'épiderme qui, à l'état de vie, s'excorie d'une manière moins palpable et avec de moindres épaisseurs. L'épiderme forme alors un réseau de mailles, dans chacune desquelles pénétrait auparavant une papille.

SEPTIÈME ESPÈCE.

Tissus respiratoires.

1922. Le *tissu respiratoire* est un *tissu cellulaire* (1590, 1105) chargé exclusivement de soutirer à l'air ou à l'eau ordinaire, l'oxigène destiné à l'oxigénation du sang. Je diviserai cette espèce en deux sections : en *tissus des organes respiratoires aquatiques*, et *tissus des organes respiratoires aériens*.

§ I. TISSUS RESPIRATOIRES AQUATIQUES.

1923. Les animaux microscopiques d'une certaine dimension, les tentacules de l'alcyonelle (*), etc., présentent un phénomène curieux et dont l'explication classique ne m'avait

(*) *Voyez* la deuxième partie de mon travail sur l'histoire naturelle de l'alcyonelle, 62, tome IV des *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Paris.*

jamais paru satisfaisante. Certaines de leurs surfaces se couvrent de petits cils infiniment transparents, et exécutant des mouvements si rapides en général, que l'œil ne peut les fixer une fraction de seconde. Tels sont les cils que j'ai représentés, bien grossièrement sans doute, sur les bords de la surface antérieure d'une vorticelle simple (pl. 8, fig. 5, *b, c, c'*).

1924. Depuis long-temps leur aspect, leurs mouvements apparents, ainsi que les mouvements que leur jeu semblait déterminer dans le liquide, m'avaient fait naître des doutes violents sur la nature et sur le rôle de ces *cils*, désignés par les auteurs sous le nom de *cils vibratiles.*

1° Ces cils ne peuvent jamais être observés à l'état de repos; et, à l'état de mouvement, leur aspect diffère tant des véritables cils, qu'il serait impossible au burin et même au pinceau d'en donner une juste idée, et que rien n'est plus inexact que de les dessiner comme des lignes noires et droites, ainsi que Muller et les autres auteurs se sont contentés de le faire, sans avertir les lecteurs de l'infidélité forcée de leurs figures.

2° Ces cils changent à chaque instant d'aspect, d'intensité, de formes; ils disparaissent et reparaissent sans qu'on puisse voir d'où ils partent et où ils se cachent; ils disparaissent même quelquefois par la base, tandis qu'on aperçoit encore le sommet, qui se tient alors à une certaine distance de la surface de l'animal.

3° Ces cils se dégradent souvent peu à peu, en ondulations analogues à celles que produisent à l'œil les émanations qui s'élèvent de la terre, sous l'influence des premiers rayons du printemps.

4° Il paraît certain que les *infusoires* ou *animaux microscopiques* (*) n'exécutent leurs mouvements de natation,

(*) L'une et l'autre dénomination n'indique que des caractères de convention. Ce grand groupe d'êtres animés appelle une nouvelle étude, poursuivie d'après d'autres principes. Ces animaux possèdent une organisation bien plus compliquée qu'on ne l'avait d'abord pensé (1576).

qu'à l'aide du jeu de ces prétendus cils. En effet le *rotifère* (pl. 19, fig. 1) ne nage jamais sans agiter les cils de ses deux roues fabuleuses (*rr*) (*), et s'il reste en repos, tout en les faisant vibrer, c'est qu'il s'est attaché à une surface immobile, par le trident de la queue (*q*) qui lui sert de ventouse. Si les cils cessent leur mouvement, aussitôt il s'arrête, se contracte, même brusquement au milieu de la direction la plus rapide (fig. 3, 4); et lorsque, revenu de sa frayeur, il prend le parti de sortir de lui-même, il s'attache alors au porte-objet et n'avance plus qu'à la manière des *chenilles géomètres* (5). Les deux roues du *rotifère* sont donc deux organes qui servent à la natation. Or, en supposant ces deux roues hérissées, sur leur circonférence, de cils vibratiles et décrivant toutes les deux des mouvements de *va-et-vient*, il arriverait que, si l'animal ne reculait pas en vertu de ces mouvements, il devrait du moins rester stationnaire, à peu près comme resterait une barque, dont la proue serait armée de chaque côté d'une roue mobile, hérissée sur sa circonférence de cils horizontaux, et se mouvant autour d'un axe parallèle à la quille.

5° On remarque souvent, surtout lorsque l'eau du porte-objet commence à s'évaporer, que le corps entier de certains infusoires (les *kolpodes*, etc.) se couvre de cils nouveaux, lesquels forment, avec la surface qui les supporte, des angles, dont l'ouverture regarde le point où se dirige l'animal, en sorte que, dans ce cas, l'animal s'avancerait exactement par un mécanisme qui ferait reculer le poisson, puisque les cils de la locomotion seraient disposés dans le sens inverse des nageoires.

6° Toutes les fois qu'une surface offre de pareils cils, on voit qu'elle détermine dans l'eau des mouvements que l'action

(*) Ces deux roues ne sont qu'un *fer à cheval* analogue à celui de l'alcyonelle, mais privé de tentacules; sous certains points de vue, les deux branches du *fer à cheval* simulent deux roues.

de cils vibratiles ne serait jamais capable de déterminer; car les corpuscules suspendus dans l'eau sont attirés de loin par la surface hérissée de cils, et ils sont repoussés, quand ils se trouvent à la hauteur de ces cils; tels sont ceux (*c*) du brachion (pl 19, fig. 6).

7° Les cils non illusoires se montrent surtout par le repos et après la mort de l'animal. Ceux du brachion (fig. 6) restent visibles, même dans l'ammoniaque, alors que les autres cils, qui sont les cils vibratiles chez cet animal, se sont évanouis par le repos et par la mort.

8° Enfin, si les mouvements imprimés à l'eau devaient être attribués à l'action des cils en vibration, ces mouvements supposeraient une vibration si active, que, par le fait, on ne devrait distinguer aucun cil, ce qui est loin d'avoir lieu; car non seulement on les distingue, mais encore on peut étudier leurs effets.

1925. Toutes ces raisons soumises mille fois au jugement des yeux du corps, qui, dans cette circonstance, sont peut-être plus compétents que ceux de l'esprit, m'avaient fait repousser comme inadmissible l'existence des cils vibratiles, dont les micrographes ont hérissé certains organes des infusoires.

1926. Mes doutes se changèrent en certitude, lorsque le hasard m'eut fait placer, sur le porte-objet du microscope, un bord de branchie de *moule de rivière* vivante (pl. 7, fig. 16), pour en étudier la structure intime : non seulement les bords (*c*) se couvraient de ces cils scintillants, et faisaient tourbillonner l'eau, de la même manière que les cils des infusoires; mais encore on voyait chacun des lambeaux informes, provenant du déchirement des branchies (*m*), exécuter des mouvements rotatoires avec une étonnante rapidité, et se couvrir de cils sur tous les points de la surface qui attirait les corpuscules suspendus dans le liquide; cette surface simulait alors la partie antérieure du corps. Chacun de ces lambeaux fonctionnait pendant vingt-quatre heures au

mois d'août, époque à laquelle j'eus lieu de me livrer à ces curieuses observations. Je déchirai ensuite sous mes yeux, à l'aide de deux pointes, ce fragment de branchies, et aussitôt chacun des débris que j'avais détachés (fig. 17-21) décrivit des mouvements gyratoires, en se couvrant de cils, et attirait par sa surface ciliée les corpuscules flottants sur l'eau; on aurait dit, en pareil cas, que la pointe microscopique était la baguette magique, qui donne la vie à tout ce qu'elle touche, et ressuscite tout ce qui est mort; car en un instant le porte-objet se couvrit d'une nuée de lambeaux d'abord informes, qui s'arrondissaient ensuite plus ou moins, variant à l'infini de diamètre et de configuration, et qui tournaient sans cesse en accélérant et ralentissant leurs mouvements sans aucune règle.

1927. Cette découverte était trop importante à mes yeux pour la laisser stérile comme un fait isolé; aussi ne tardai-je pas à m'assurer que les palpes labiaux des mêmes moules de rivière sont douées des mêmes propriétés, mais que le manteau (1809) et la partie marginale du pied en donnent à peine des signes. Je n'eus qu'à enfoncer la pointe de mon scalpel dans l'ovaire, pour apporter sur mon porte-objet, avec une foule d'œufs à divers états de développement, une foule plus considérable encore de lambeaux mouvants, absolument analogues à ceux que j'avais obtenus par le déchirement des branchies (1926).

1928. Je coupai une des quarante-cinq à soixante tentacules de l'alcyonelle de nos étangs (pl. 7, fig. 22); non seulement elle dégorgea des grumeaux qui s'animèrent comme d'un mouvement spontané, et se couvrirent de cils vibratiles; mais encore le fragment de tentacule continuant à se hérisser de cils, se mit à se rouler, à se tordre et se détordre, et à pirouetter sur lui-même pendant des heures entières. Je venais de produire un ver parasite du genre de celui que Laurillard avait cru trouver sur *l'octopus granulatus* (1635*); et un observateur que je n'aurais pas averti du stratagème, au-

rait été porté, par les mêmes raisons, à l'inscrire sous un nom particulier dans le catalogue des *helminthes* qui dévorent les bras des céphalopodes.

1929. Les branchies (collerette) des *grands buccins* aquatiques de nos étangs (*Lymnæus stagnalis*, Lamk.), des *nérites vivipares* de la Seine (*Paludina vivipara*, Lamk.), m'offrirent les mêmes résultats; le pied, les tentacules, la tête des mêmes mollusques, à l'état adulte, ne m'en donnèrent pas les moindres signes.

Mais les jeunes nérites, extraites du corps de leur mère, et encore enfermées dans l'*albumen*, se couvraient de cils vibratiles sur toute la surface qui se montrait hors de leur petite coquille, et même sur leurs tentacules; en un mot tout leur corps en cette circonstance était branchie; et, pendant tout le temps que leurs surfaces se couvraient de cils, le corps décrivait un mouvement gyratoire.

1930. Je n'ai rien pu observer d'analogue ni sur nos *helix pomatia*, ni sur les tentacules des hydres (*polype d'eau douce*), ni sur la partie extérieure des stigmates des larves d'insectes qui vivent dans l'eau, ni sur les poumons des grenouilles, ni même sur les papilles branchiales de nos poissons. Cependant les branchies des jeunes salamandres, animaux qui, comme les grenouilles, sont doués de la double respiration branchiale et pulmonaire, ces branchies (pl. 8, fig. 4) (*), dis-je, m'offrirent la moitié du phénomène; car on distingue une circulation évidente dans chacune de ces papilles; des globules ovoïdes et d'une assez grande dimension (*a*) se poussent et défilent dans les canaux vasculaires. Mais en même temps on voit que les corpuscules suspendus dans le liquide ambiant, sont attirés de très loin par la surface vasculaire, et que, sans se couvrir d'aucun cil, celle-ci

(*) J'ai représenté une papille de protée (*Proteus anguinus*), pl. 11, fig. 2, à un fort grossissement, pour donner une idée de la structure vasculaire de ces organes. L'animal était conservé dans l'alcool.

leur fait décrire une espèce de *remou* (*b*), comme le fait l'organe de la vorticelle (1923).

1931. Comme tous les phénomènes du jeu des organes, qu'on décrivait hérissés de cils chez les microscopiques, se représentaient, avec toutes leurs circonstances, non seulement sur la surface des organes de la respiration des mollusques, mais encore sur chacun des lambeaux obtenus par le déchirement de leur substance, une certaine prévision me portait à ne voir dans les cils vibratiles que des traînées d'une substance, ou aspirée, ou expirée, mais du moins d'une densité différente, et par conséquent d'un pouvoir réfringent différent de celui du milieu ambiant; enfin, dans l'organe qui se hérissait de cils, je ne voyais qu'un organe respiratoire. A la faveur de cette hypothèse, toutes les anomalies que j'ai signalées plus haut (1924) s'expliquaient de la manière la plus naturelle. Or, voici par quelle série d'observations, d'inductions et d'expériences, je suis parvenu, je le pense, à une complète démonstration.

1932. On trouve au mois d'octobre, dans certains étangs, et spécialement aux environs de Paris, dans l'étang du Plessis-Piquet, de grosses vorticelles isolées, de $\frac{1}{4}$ de millimètre de long (pl. 8, fig. 5), qui se plaisent à se fixer, par leur base (*e*), contre la surface du porte-objet, et se tiennent ainsi pendant long-temps épanouies. Il est facile alors d'examiner à fond le phénomène qui nous occupe. Car les corpuscules suspendus dans le liquide sont attirés de très loin, et quelquefois de tous les points de la sphère liquide, au centre de laquelle est placé l'animal, vers sa surface antérieure (*a*); mais lorsqu'un de ces corpuscules se trouve à la hauteur d'un cil vibratile (*c*), on le voit repoussé subitement et comme par une commotion électrique, en décrivant une courbe; ramené ensuite par une autre courbe qui complète le cercle, vers le même cil, on le voit de nouveau repoussé, et ainsi de suite par tous les corpuscules qui arrivent à ce point; en sorte que de chaque côté de l'animal on remarque deux tourbil-

lons dessinés par la marche des corpuscules, et d'un effet très agréable. La direction de ces tourbillons dépend de la direction des cils eux-mêmes; car lorsqu'un corpuscule se présente au cil (*c'*), on conçoit que la tangente de la courbe à décrire doit être à peu près parallèle au corps de l'animal, et qu'alors le corpuscule semble obéir au mouvement imprimé aux corpuscules qu'attire la surface aspirante; enfin la direction de ces corpuscules varie à chaque inflexion que la vorticelle donne à son corps (*) ; mais ce qu'il est important de ne pas perdre de vue, c'est que la surface antérieure de l'animal, qui est circulaire et perpendiculaire à l'axe du corps, ne se couvre jamais de cils, et que c'est elle qui attire exclusivement les corpuscules suspendus dans l'eau, tandis que le bourrelet qui entoure cette surface se couvre seul des cils qui repoussent les corpuscules. Je nommerai donc la surface antérieure surface *aspirante*, et le bourrelet surface *expirante*; et je suis dès à présent en droit de regarder les cils (*b*) comme des indices d'une *expiration*, dont il ne s'agit plus que de déterminer la nature.

1933. J'ai démontré, plus haut (1924), que ces cils ne pouvaient pas être des organes vibratiles; d'un autre côté ils n'étaient point des traînées d'air *expiré*, puisque l'air *expiré* se serait rassemblé en bulles très visibles au microscope (576), soit autour du corps, soit à la surface de l'eau; or le liquide n'offrait jamais, pendant cette observation, la moindre bulle gazeuse. Mais il était évident que la surface *aspirante* n'attirait les corpuscules qu'en aspirant l'eau; il était donc évident que l'animal, par une surface quelconque, devait expirer cette eau en partie ou en totalité, et cela soit à l'état de vapeur soit à l'état liquide; de même que l'air aspiré par les poumons est expiré, après avoir été

(*) Observez que l'attraction seule du liquide par la surface antérieure, suffirait pour opérer, sur les côtés de l'animal, deux *remous* prononcés, vu que le courant doit toujours prendre la résultante de l'impulsion qu'il reçoit et de la résistance qu'il éprouve.

épouillé de quelques uns de ses principes. L'expérience sui-
ante me servit à déterminer la valeur de cette double expli-
ation.

1934. Soient deux tubes de verre de la longueur du tube
u microscope, recourbés vers leur portion inférieure, et
ilés à la lampe par leurs extrémités inférieures, qui vien-
ent se réunir dans l'eau d'un verre de montre, au foyer de
objectif. Il faut que leurs extrémités supérieures soient
oignées l'une de l'autre, de manière que l'observateur,
ant l'œil à l'oculaire, puisse en même temps les saisir al-
rnativement de la bouche. Si l'on a eu soin de répandre
ns l'eau du verre de montre des petits granules de fécule,
qu'on aspire l'eau par un des tubes, on voit les granules
porter, de tous les points du verre de montre, vers l'extré-
ité aspirante, comme vers un centre; ce qui doit être, d'a-
ès les lois hydrauliques. Mais si l'on abandonne à lui-même
tube aspirateur, pour aspirer par l'autre, l'identité des
ouvements imprimés aux corpuscules par ce jeu factice,
ec les mouvements imprimés par les organes microscopi-
es (1924), devient de toute évidence; car en même temps
e les corpuscules se portent vers le tube aspirant, on en
it d'autres rencontrer le courant du tube devenu expirant
: l'écoulement de l'eau qu'il contient; tout-à-coup ces
rpuscules éprouvent comme une commotion électrique
i les lance loin de là par une courbe, qu'ils complètent
uite, comme s'ils étaient ramenés par la force de l'aspi-
ion de l'autre tube. Enfin, si, au lieu de deux tubes, on
dispose trois, dont le médian *aspirant* et les deux extrê-
s *expirants*, on produit mécaniquement tous les phéno-
nes que j'ai dessinés d'après le jeu *respiratoire* de la vor-
elle (pl. 8, fig. 5).

1935. Le mécanisme de tous ces mouvements devient donc
écusable; mais la nature de la substance *expirée* reste en-
e indéterminée; car dans ces expériences on ne reproduit
un *cil vibratile*. Or les expériences suivantes servent à
erminer cette inconnue.

1936. Si l'on fait passer à travers l'un des tubes, soit de l'eau chargée d'un sel, tandis que le verre de montre renferme de l'eau distillée, soit de l'eau distillée, et de l'eau purgée d'air par l'ébullition, à travers de l'eau ordinaire, on ne voit jamais au bout du tube la moindre apparence d'un *cil*. Si l'on fait passer un courant de vapeurs d'eau à travers l'extrémité du tube, et cela en adaptant à son extrémité supérieure un ballon plein d'eau que l'on porte à l'ébullition, le courant de vapeur, bien distinct il est vrai du liquide ambiant, ne se présente pourtant à l'œil que comme un faisceau nuageux de bulles qui se rendent rapidement à la surface du liquide, tandis que les cils ont quelque chose de moelleux et d'ondoyant que les mots ne sauraient exprimer. Mais si l'on fait passer, à travers le tube, de l'eau élevée à la température de 45°, celle du verre de montre étant à 17°, tout-à-coup l'extrémité effilée du tube offre un cône très prolongé, ombré sur ses deux bords, et représentant, avec la ressemblance la plus parfaite, un cil vibratile des *microscopiques*, et cela pendant un espace de temps assez considérable, pour permettre de croire que le rapport de 45 à 17 a considérablement diminué par le mélange des deux liquides.

1937. Les exemples de pareils phénomènes se reproduisirent ensuite à mes yeux, sur une foule de substances les moins organisées, et mises en contact avec des réactifs destructeurs de tout mouvement animé.

Jetez sur l'eau du porte-objet du mircoscope, des petites parcelles de camphre solide, vous les verrez tournoyer sur elles-mêmes, et se couvrir, sur la partie qui est la postérieure sous le rapport du mouvement, se couvrir, dis-je, d'ondulations absolument semblables à celles qui remplacent quelquefois le jeu des cils sur le pourtour de la vorticelle (pl. 8, fig. 5). Ici les ondulations ne sauraient évidemment provenir que des émanations du camphre qui se vaporise, émanations qui, en passant à travers l'eau ou l'air, doivent d'un côté scintiller à cause de leur différence de réfraction, et de l'autre doivent

mettre en mouvement le fragment de camphre d'où elles sortent, à cause de la résistance que l'air oppose à leur dégagement, et de la réaction que ce refoulement momentané doit produire sur un corps flottant à la surface du liquide. Car si la vapeur d'eau déplace le piston, avec toute la puissance de la compression qu'elle éprouve, pourquoi la vapeur de camphre, qui tend à déplacer l'air, ne déplacerait-elle pas le corps qui résiste moins que l'air à ses efforts (*)? Aussi voit-on les mouvements des petits morceaux decamphre varier autant que le nombre de facettes qui en limitent la périphérie, et suivre toujours la résultante de toutes les impulsions subies par chacune de ces facettes, observation dans laquelle il faut aussi tenir compte des différences que chaque région du fragment peut présenter, sous le rapport de la volatilité de sa substance; car le camphre est d'autant moins volatile, qu'il a été plus long-temps exposé à l'air.

1938. Placez un fragment de périsperme de maïs dans l'acide sulfurique, au foyer du microscope, vous le verrez changer peu à peu sa couleur jaune en une belle couleur purpurine (pl. 9, fig. 7): mais tout-à-coup ce fragment se meut dans le liquide, va, revient, tournoie sur lui-même, s'il n'est pas d'un trop fort calibre, ou bien s'attache au porte-objet, s'il est trop lourd; et de là il met le liquide ambiant en mouvement, comme le ferait la vorticelle (pl. 8, fig. 5), ou le lambeau de branchie de la moule de rivière (1926). De temps à autre, il se détache de sa substance des gouttelettes, qui s'étirent et s'effilent (*a*), et finissent par s'échapper dans le liquide, emportées par le torrent de la circulation ambiante. D'autres fois les bords se hérissent de petits cils qui scintillent, jouent exactement comme les cils vibratiles (1924) des mi-

(*) Cette explication du mouvement des parcelles de camphre, que nous n'avons cessé d'imprimer, et de répéter dans nos cours depuis 1827, se trouve reproduite, par la méthode académique, dans les *Annales de physique et de chimie*, tom. LIII, page 206. 1834.

croscopiques, se tiennent à une certaine distance du corps, le bordent comme une auréole vibrante; enfin, on voit des petites traînées qui disparaissent à une certaine distance du fragment, pour aller reparaître plus loin en globules (*b*). Et pour rendre l'analogie plus complète, tous ces globules, détachés de la masse, sont entraînés par une espèce de *remou;* attirés et repoussés alternativement, ils décrivent en se mouvant un cercle (*c*), comme s'ils se trouvaient à la hauteur de l'organe respiratoire des microscopiques, et cela pendant un espace de temps assez considérable pour produire l'illusion la plus complète.

1939. Le périsperme de maïs n'était évidemment redevable de ces mouvements qu'à l'huile et le sucre qui l'imprègnent; aussi n'eus-je qu'à placer une gouttelette d'huile ordinaire dans de l'acide sulfurique, au porte-objet du microscope, pour avoir sous les yeux les mêmes effets et le même spectacle. Il en sera de même, si vous placez un fragment de sucre cristallisé dans l'acide sulfurique ou dans l'alcool; il y semblera se couvrir de cils ondoyants et vibratiles, et se mettre en mouvement, si par sa légèreté il est capable de se maintenir à la surface du liquide. Un fragment de graisse dans l'éther emprisonné dans la cavité de deux lames de verre (485), offre les mêmes résultats; mais ce sont surtout les cristaux effervescents (pl. 8, fig. 12), qui les réalisent de la manière la plus pittoresque. Chaque bulle qui se dégage d'eux, les fait reculer et pirouetter sur eux-mêmes, et chaque parcelle qui se dissout dans le liquide dessine un cil qui vibre et disparaît.

1940. Or, ces effets si variés et si extraordinaires, lorsqu'on en ignore la cause, ne sont plus que des phénomènes vulgaires et très bien expliqués d'avance, dès qu'on a pu les reproduire de la sorte, à volonté. Car il est évident que tout corps qui repoussera également et le liquide et l'objet qui flotte à sa surface, mettra en mouvement et le liquide et l'objet; la rame repousse l'eau et pousse en avant la barque.

Or, le corps qui se vaporise tend à déplacer et le liquide et l'objet par son expansion, il doit imprimer un mouvement de recul à l'objet et un mouvement d'ondulation au liquide; mais une molécule liquide qui reçoit un choc, ne saurait prendre une direction qu'en ligne courbe, qu'en une ligne qui se brise contre toutes les molécules qu'elle rencontre sur son passage. Or, si une nouvelle molécule la suit lancée par la même impulsion, elle ajoutera encore à l'impulsion reçue par la première; une troisième ajoutera à l'impulsion de la seconde, et si le dégagement continue, toutes ces molécules décriront un cercle parfait, et reviendront de la sorte, au point de départ, s'animer d'une nouvelle vitesse au foyer de l'émanation, pour reprendre leur première direction; mais si le liquide charrie des granulations ou des globules d'un pouvoir réfringent différent du sien, ces globules traceront à l'œil la marche du courant qui les entraîne, et offriront au microscope, ce joli *remou* que nous avons pris soin de représenter sur les fig. 5, pl. 8; 1 et 6, pl. 19. L'effet que nous aurons alors sous les yeux au microscope, ne sera pas dû à un autre mécanisme que les grands *remous* que nous voyons se produire sur nos larges courants d'eau, partout où un obstacle détourne le courant de sa direction première, et où deux courants viennent se choquer entre eux.

1941. Or, admettons qu'une cellule animale ou végétale soit placée au-dessus d'une goutte du réactif qui possède une affinité prononcée pour les substances solubles que la cellule emprisonne; il est évident que, dès que l'une des deux substances aura atteint l'autre, par la moindre de ses molécules, à travers les parois de la cellule, il s'établira un courant causé par le déplacement, et ce courant prendra une direction circulaire; mais à mesure qu'une molécule incluse sortira de la cellule pour se mêler au réactif, une molécule du réactif entrera par un autre pore dans la cellule, si toutefois les parois de celle-ci lui sont perméables, entraînée vers le vide que la molécule sortante aura produit. Il s'établira donc, par cela

seul, deux courants, l'un se rendant au dehors et l'autre se rendant au dedans; phénomène nullement vital, mais simplement hydraulique.

1942. Quant aux cils vibratiles que nous avons vus se produire sur les bords des cristaux et des gouttelettes oléagineuses, leur jeu n'implique rien d'extraordinaire. Ce qu'il y aurait d'inexplicable dans ce cas, c'est que ces cils ne parussent pas. En effet, prenons pour exemple le cas de la gouttelette d'huile déposée au foyer du microscope, sur une goutte d'acide sulfurique concentré. La différence du pouvoir réfringent des deux substances fera que nous distinguerons parfaitement bien l'une de l'autre, et que la moins étendue des deux nous paraîtra limiter ses contours, avec beaucoup de netteté, dans celle dont les contours dépasseront les limites du champ visuel du microscope. Mais alors le mélange de l'acide et de l'huile ne pourra se faire qu'au point de contact des deux, que sur les bords de la gouttelette oléagineuse. Or, la première molécule d'huile que l'acide dissoudra tendra de plus en plus à se dissoudre dans le reste de l'acide, et à se confondre avec ce liquide, en modifiant le pouvoir réfringent de celui-ci et le sien. Mais avant que ce résultat se soit produit complétement, la molécule aura un pouvoir réfringent différent de celui de l'acide; et partant, en s'élançant de la masse oléagineuse, elle déviera les rayons lumineux d'une manière différente, et se dessinera aux yeux en s'allongeant. La masse oléagineuse offrira alors un poil, scintillant par la rapidité avec laquelle il modifiera sa direction, son indice de réfraction et les accidents de sa surface (774). Et comme toutes les molécules du pourtour de la gouttelette oléagineuse se comporteront dans le même temps, avec le même réactif, de la même manière, tous les bords de la gouttelette oléagineuse finiront par se couvrir de ces prétendus cils, qui se dessineront à la lumière, et mettront également le liquide et la gouttelette en mouvement.

1943. Les cils de l'organe respiratoire sont donc l'effet de

la différence de densité de l'eau expirée. Or, il est facile d'admettre que, puisqu'il se dégage du calorique dans l'expiration des animaux d'un ordre supérieur, il s'en dégage aussi, quoique dans une proportion pour ainsi dire microscopique, pendant l'acte de l'expiration des animaux infusoires et des mollusques; la différence de densité entre le liquide expiré et l'eau ambiante proviendrait donc de la différence de température.

1944. Tous les organes qui semblent ciliés au microscope sont donc des organes de respiration (*) ; c'est là leur destination primitive et essentielle. Mais des organes de respiration, appartenant à des animaux suspendus dans un liquide, doivent nécessairement acquérir une destination accessoire, et devenir des organes de locomotion; car un animal qui aspire l'eau doit être à son tour pour ainsi dire attiré par l'eau, à peu près comme une barque, à la proue de laquelle on adapterait une pompe aspirante, avancerait par le seul jeu de la pompe. Si d'un autre côté l'animal vient à expirer l'eau, l'animal sera repoussé pour ainsi dire par l'eau qu'il repousse, de la même manière que la barque reculerait, si, au lieu d'une pompe aspirante, on faisait jouer à sa proue une pompe foulante. Combinons ensuite, chez ces animaux, l'aspiration avec l'expiration, il s'ensuivra que l'action d'avancer ou de reculer dépendra de l'excès de l'une de ces deux fonctions respiratoires sur l'autre; et l'animal restera stationnaire, quoique suspendu sur le liquide, quand il exis-

(*) Ce qui ajoute encore à la démonstration, c'est qu'en observant tentivement le jeu de la lumière transmise à travers le bourrelet cilié du tifère et de la vorticelle, à travers les tentacules de l'alcyonelle (pl. 7, g. 22) et les tubes des branchies des mollusques, on distingue dans ur intérieur un courant rapide, indice évident d'une circulation vaslaire. C'est même à la coïncidence de ce courant qu'est exclusivement le l'illusion qui a fait admettre deux roues en mouvement sur le rotire : car l'esprit, embarrassé d'analyser le double phénomème que l'œil i transmet à la fois, attribue aux cils le mouvement circulatoire dont cils ne sont qu'une émanation.

tera entre ces deux fonctions une parfaite balance. Or, c'est ce que l'on voit distinctement sur le rotifère et sur ces admirables bouquets de vorticelles rameuses (1578), dont les longs pédicules roulés en spirale éloignent ou rapprochent leurs spires, selon que l'animal avance en aspirant, ou recule avec la rapidité de l'éclair en expirant.

1945. Quant aux branchies des poissons, des jeunes salamandres, etc., qui présentent le phénomène de l'aspiration sans se couvrir de cils (1930), il est facile d'en concevoir la raison, quand on voit le jeune animal laisser échapper par la bouche une bulle d'air; car, chez eux, l'expiration se fait au dedans de la cavité pectorale, quoique l'aspiration ait lieu à l'extérieur des branchies, comme chez les vorticelles l'expiration se fait par le bourrelet, et l'aspiration par le tambour de la surface antérieure (1932).

1946. Le fait de l'application la plus générale qui ressorte de l'histoire de ces phénomènes, c'est que la double faculté d'aspirer et d'expirer réside dans la plus mince parcelle du tissu *respiratoire* (1926), dans la membrane même organisée, et que par conséquent la respiration peut s'effectuer sans aucun appareil compliqué d'organes.

1947. Cette idée présage peut-être l'explication des contractions musculaires (1574), en sorte que l'effet immédiat de l'influence nerveuse ne serait peut-être que de réveiller, dans le cylindre musculaire, l'une ou l'autre de ces deux facultés; le cylindre se raccourcirait en *expirant* une portion quelconque de la substance organisatrice qu'il renferme; il s'allongerait en *aspirant*. Nous reviendrons sur ce point de vue après avoir étudié la circulation végétale et animale.

HISTORIQUE DU MOUVEMENT QUE LA DÉTERMINATION DES CILS VIBRATILES A IMPRIMÉ AUX ÉTUDES ACADÉMIQUES.

1948. L'apparition d'une idée simple fait toujours une espèce de ravage dans le domaine des idées professées, en ce

qu'à elle seule et en deux mots, elle rend raison d'une foule de difficultés, coupe court à une foule de doutes, et fait rentrer des pages entières de la nomenclature sous une seule rubrique, comme un simple cortége de synonymes dont on n'a plus besoin. Mais les académies sont presque toujours aussi les dernières à se rendre à l'évidence et à reconnaître la nécessité de ce bouleversement, quand l'auteur, de son côté, n'a pas voulu accepter le brevet d'infaillibilité que confère le fauteuil académique. Dès ce moment, la pauvre idée, sans mentor et sans parrain, se met à courir le monde, évitant avec soin de se jeter sur les pas d'un immortel, et se trouvant mieux à l'aise dans la compagnie de ceux qui, moins environnés de lumière, y voient plus vite et de plus loin; c'est là que l'idée simple et nue comme la vérité, rencontre aide et protection, et qu'elle reçoit le droit de bourgeoisie, pendant que *l'impuissante Calypso regrette de se trouver immortelle.* Tel a été le sort de l'idée que nous venons de développer dans le paragraphe précédent. Il était vraiment amusant autant qu'instructif de voir combien de faits de détail venaient s'absorber dans le mouvement d'une explication aussi simple.

1949. Il se trouva que les infusoires dessinés et décrits par Muller sous les noms de *Trichoda sulcata, ciliata, farcimen; Leucophra fluida, fluxa, armilla* (*), n'étaient autres que les lambeaux mouvants de la chair détachée des branchies des moules (1926), dont, sans se douter du prodige, l'auteur avait déchiré le tissu, en remuant l'eau avec un bâton.

1950. Bauer et Everard Home avaient décrit nos lambeaux mouvants, comme les différents âges d'un ver singulier, qui croissait, disaient-ils, et grossissait sous leurs yeux (**), tellement que ne voulant pas se fier à eux seuls sur la réalité de la merveille, Home appela à son aide sa servante, ainsi qu'avait procédé Molière avant lui.

(*) *Infusoria* et *Zoologia Danica.*

(**) *Philos. transact. of the Roy. Soc. of London.* 1827, part. I, pag. 48.

1951. Baer, professeur à Kœnigsberg, nous avait adressé, chez Férussac, un extrait d'une monographie d'entozoaires, qu'il annonçait avoir découverts dans les organes générateurs des moules. Cet extrait fut publié textuellement dans le *Bulletin des sciences natur. et de géologie*, n° 103, septembre 1826; il avait paru en allemand dans le n° de janvier 1826 du journal de Froriep. Mais cette monographie, dont la science était menacée, eût été interminable; car elle ne serait composée que des lambeaux mouvants de l'ovaire, dont chaque coup de scalpel aurait fait varier la forme et les dimensions. Aussi, sur l'annonce que les journaux de l'époque publièrent de la lecture de notre mémoire, l'auteur, qui imprimait alors son travail dans les *Actes des curieux de la nature*, s'empressa-t-il de rendre hommage à l'évidence, et d'en retrancher tout ce qui était relatif aux entozoaires prétendus.

1952. Les entozoaires de Baer avaient été pris, presque en même temps, pour les animalcules spermatiques des moules, par Prévost, le collaborateur de Dumas; et l'auteur, encore tout imbu de la méthode un peu tranchante de son collègue, avait eu soin de nous donner, en fractions de millimètre, la mesure exacte des dimensions de ces petits corps, qui, malheureusement pour l'observateur, n'affectent ni forme ni dimensions constantes; en sorte que les observateurs subséquents auraient pu grossir la nomenclature des animalcules spermatiques, comme Baer aurait certainement grossi la nomenclature de ses entozoaires.

1953. Blainville, qui a la bonne foi de changer d'idée dès que celle qu'il professe ne peut plus se soutenir, mais qui a le malheur d'en changer un peu trop souvent pour les intérêts de la synonymie, professait d'abord que le mouvement des animalcules spermatiques de l'homme n'était dû qu'à l'évaporation du liquide; c'était à l'époque où Blainville reléguait dans les fables les observations microscopiques, et le microscope au rang des instruments trompeurs; ce qui prouvait que l'incrédule avait établi son opinion avant d'avoir

rien vu. Mais depuis la lecture du travail sur les organes respiratoires des microscopiques, et sur la détermination de la nature des cils vibratiles, le savant professeur changea d'idée; le mouvement des animalcules spermatiques n'était dû qu'au mélange de deux liquides de densité différente; enfin, depuis qu'il est devenu partisan d'un instrument qui est passé entre les mains de tout le monde, il a déposé l'une et l'autre opinion professorale, pour rendre, aux animalcules spermatiques, leur rang parmi les animaux doués de mouvement spontané.

1954. Enfin, il est assez généralement reconnu avec nous, que les organes qui se couvrent de cils au microscope sont des organes respiratoires, qu'ils sont les branchies des animaux inférieurs; il a été reconnu que ces animaux possédaient une circulation, visible au microscope sur certains organes; qu'ils possédaient des muscles, et par conséquent des nerfs, et de plus un canal intestinal; qu'ils étaient enfin aussi compliqués, dans leur petite structure, que les animaux plus haut placés dans l'échelle zoologique, idée qu'Ehrenberg a tant défigurée dans de belles planches, en se l'appropriant à l'aide de la haute influence d'Humboldt et de notre Institut.

1955. Mais l'école académique se montre de plus difficile composition à l'endroit de la nature des cils vibratiles; c'est là que sa critique se réfugie, aux frais des fonds Monthyon ou autres genres de fonds. L'ordre est donné de ne pas accorder que ces cils classiques soient autre chose que des cils analogues à ceux de nos paupières, que des cils qui vibrent pour frapper l'eau; mais on est fort embarrassé pour nous dire ce que sont ces sortes de cils; c'est là que la subvention se met l'esprit à la torture et change d'idée à tout moment.

1956. Purkinje et Valentin ont publié, en 1835, un volume in-4°, *De phænomeno generali et fundamentali motus vibratorii* (*), dans lequel ils ont classé tout ce qui branle sur

(*) Voyez *le Réformateur*, bulletin n° 206.

le porte-objet du microscope, depuis la plus fine gelée jusqu'à la chair la plus palpitante ; ils nous ont donné la monographie de tous les corps tremblottants, monographie interminable, si jamais l'observateur s'avise de placer le siége de ses études micrographiques dans l'un des appartements de notre rue Saint-Honoré. Cet ouvrage, dont le titre, un peu trop ambitieux pour nous autres prolétaires, et que nous traduirions, afin d'être vrai, par celui-ci, qui est moins beau à la vérité : *Histoire de tous les corps qu'ont fait vibrer les tremblottements du porte-objet de mon microscope*, cet ouvrage fut accueilli, par nos distributeurs de couronnes, avec toute la bienveillance que les pouvoirs supérieurs ne manquent jamais d'accorder à tout ce qui flatte leurs goûts. Il est devenu un code, sur les articles duquel s'appuient tous ceux qui ont à implorer, pour leurs petits bouts de notes hebdomadaires, la faveur d'un rapport favorable ou d'un regard indulgent, de la part du premier corps savant de la France et de l'univers. Aussi trouvons-nous, par exemple, dans les *comptes-rendus* imprimés par ordre de l'Académie des sciences, séance du 25 septembre 1837, l'exclamation suivante : « Voici de nouveaux faits à ajouter à ce que MM. Purkinje et Valentin nous ont appris relativement aux mouvements ciliaires de certaines membranes muqueuses. Ayant eu l'occasion d'observer un fragment de muqueuse provenant d'un polype du nez, j'ai constaté 1° que le mouvement vibratoire n'a pas duré moins de trente heures; qu'au bout de sept à huit heures, la portion de la membrane soumise à mon observation, ou plutôt son *epithelium*,, a commencé à se désagréger, à se diviser en particules pyriformes, ayant environ $\frac{1}{40}$ de millimètre de largeur et $\frac{1}{100}$ de longueur à leur partie renflée ; les cils vibratoires étaient fixés sur cette partie, l'autre se terminait en queue; on avait alors sous les yeux de véritables monades, se mouvant dans le liquide, et agitant leurs cils avec une grande rapidité. » Il est fâcheux que l'auteur n'ait pas cru devoir imposer un nom à ces monades, et nous au-

rions eu un synonyme nouveau de la *vorticelle;* car ce que l'auteur a vu et fait imprimer, aux frais de l'Académie, n'est pas autre chose que l'un de ces animaux, qui se développent avec une effrayante rapidité, partout où on laisse macérer une membrane animale quelconque. Quant aux cils qu'on a pu observer sur le bord d'une membrane animale, nous en avons donné la clef par les cils que l'acide sulfurique développe sur les bords de la gouttelette oléagineuse ; car il est impossible qu'une muqueuse soit placée dans une nappe d'eau, sans qu'il s'en échappe des substances solubles ou des molécules désagrégées, qui toutes seront dans le cas d'offrir au microscope les cils les plus variés et les plus illusoires (1938).

1957. L'observation recueillie également par le rédacteur officiel des *comptes-rendus*, séance du 28 août 1837, laisse bien loin derrière elle l'observation dont nous venons de nous occuper. Nous regrettons, en vérité, l'espace que nous allons consacrer à la réfuter et à la transcrire ; et nous l'aurions volontiers passée sous silence, si l'Académie ne l'avait pas placée sous l'égide de sa publication. Ah ! que la philanthropie de Monthyon nous impose de rudes tâches ! « On savait » (pour ne pas dire d'après qui) (1930), que l'embryon, au bout » de plusieurs jours, se meut, dans l'œuf, en tournant sur lui-» même, et que ce mouvement est produit par les cils vibra-» tiles de ce qui doit devenir l'organe respiratoire (*). Voici » ce que j'ai vu lundi dernier :

» Des vitellus tirés d'œufs de limace grise pondus la veille » furent placés entre deux lames de verre suffisamment écar-» tées, avec leur albumine et un peu d'eau. Ils étaient com-» posés de globules larges de $\frac{1}{5}$ de millimètre ; mais par l'effet » d'une légère compression, ils devenaient LARGES de $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{3}$ de » millimètre. Je vis alors un de ces vitellus émettre, par deux

(*) L'auteur a mal compris nos mémoires ; car dans l'embryon des mollusques univalves tout le corps se couvre de ces prétendus cils, tout son corps est alors branchie ; l'organe de la respiration future ne saurait se montrer au dehors, à cette époque, il est interne.

» portions opposées de son contour, SIX A HUIT PROLONGEMENTS » diaphanes, arrondis, longs de $\frac{1}{50}$ de millimètre environ, s'é- » tendant et se retirant alternativement et changeant de » forme à chaque instant, comme ceux des amibes, et de » même aussi entraînant avec eux des granules. Ce phéno- » mène dura plus de deux heures ; puis le vitellus, comme un » infusoire, se désagrégea peu à peu en globules GLUTINEUX, » creux. Cependant la vie continuait dans ce qui ne se dés- » agrégeait pas ; et chaque fois qu'un prolongement s'éten- » dait, il déterminait une nouvelle émission de globules gluti- » neux. On peut donc conclure de là que le VITELLUS N'ÉTAIT » PAS POURVU D'UNE ENVELOPPE GÉNÉRALE ! Les autres vitellus » ne m'ont point montré ce mouvement, soit qu'ils fussent » placés dans un sens différent, soit qu'ils eussent été asphyxiés » pendant la préparation. »

1958. Nos lecteurs soupçonnent déjà toute l'inexpérience que révèle une semblable annonce ; et si elle n'était pas faite avec la trompette académique, ils sont persuadés que nous n'aurions pas pris la peine de relever de pareilles choses. L'auteur est un de ceux qui ont été chargés officiellement de revoir l'histoire des cils vibratiles, et de soutenir que ces petits cils ne sont que des prolongements que l'épiderme lance et retire au dehors au moyen de sa propre substance. Vous concevez combien cette théorie est ingénieuse ; vous ne connaissiez, en fait de cils, que des pilosités lentes à venir, plus lentes à repousser, et que nous n'avons la propriété de faire disparaître qu'avec les ciseaux, et alors c'est pour long-temps; et quand ces pilosités disparaissent d'elles-mêmes, c'est pour toujours. Eh bien ! la nature n'a pas horreur des chauves dans toutes les classes d'animaux ; et il est, d'après nos observateurs officiels, des petits animaux qui ont l'agrément d'être chauves et chevelus à volonté, et qui sont l'un et l'autre avec la rapidité de l'éclair, tellement que chez eux, on n'a pas le temps de dire qu'ils sont l'un ou l'autre ; ils vous font mentir, que vous disiez oui ou non. Le secret de ce change-

ment à vue consiste, non dans de véritables cils (on ne saurait plus le soutenir), mais dans de petits prolongements qui naissent et se retirent, et viennent faire les cornes à l'observateur désappointé. Ce sont des *phlyctens* volontaires et spontanés, des *ampoules* qui s'enflent et se désenflent fort vite; et ce qu'il y a de plus surprenant, c'est que l'épiderme ainsi travaillé n'en tient pas moins au reste du corps, comme si jamais aucune enflure n'avait dédoublé sa surface. Dans notre monde grossier, il ne se passe rien de semblable, par malheur pour les érysipèles et la calvitie, etc. Mais au microscope, on se trouve dans un autre monde, bien différent du nôtre, monde enchanté et féerique, où vous n'avez qu'à rêver pour créer, qu'à vouloir pour enfanter des merveilles, que vous ferez croire aux ministres et académiciens qui n'ont pas la prétention de voyager dans cet *Eldorado;* car ils ont des voyageurs payés pour cela, et qui connaissent le proverbe : *A beau mentir qui vient de loin.* En conséquence, les microscopiques ont un épiderme qui pétille et fait feu par tous les points, comme un vaisseau de guerre, et qui lance dans l'eau des prolongements, avec la vitesse d'un boulet et d'une balle. Et l'on ne sera pas arrêté, dans cette théorie commandée, par la malencontreuse objection des lambeaux mouvants des branchies des mollusques (1926), qui certes sont pris ailleurs que sur l'épiderme, et jusque dans les entrailles de l'animal, et qui pourtant lancent de pareils cils dans l'eau tout aussi bien que la périphérie d'un infusoire; on ne sera pas arrêté par l'objection, car on ne s'y arrêtera pas, on n'en parlera pas, et il sera défendu d'en parler par ordre supérieur. Mais il sera décrété que ce qu'a vu, lundi dernier, le défenseur de ces merveilles, vient à l'appui de l'existence des prolongements scintillants de la peau.

1959. Reprenons notre sérieux, avec tout le respect que l'on doit aux *comptes-rendus* de la plus savante des académies, et avec toute la dignité d'une humble remontrance.

1° D'abord, nous prendrons la liberté de faire observer à

l'illustre assemblée, que tout ce qui paraît rond à travers un animal transparent et appliqué sur une surface, n'est pas un globule de son corps, mais le plus souvent une simple bulle d'air, emprisonnée sous son corps. Or, si dans ce cas vous comprimez le pauvre animal entre deux lames de verre, la bulle d'air, qui d'abord pouvait n'avoir que $\frac{1}{5}$ de millimètre en diamètre, pourra, en s'étendant par la compression, atteindre $\frac{1}{4}$ et même $\frac{1}{3}$ de millimètre. Il en sera de même de tout globule oléagineux ou de tout organe de l'animal torturé qui s'offrira au microscope sous forme globulaire; ainsi ces mesures ne sont pas des caractères, car ces dimensions ne sont que des accidents.

2° L'air emprisonné sous le vitellus s'étend par la compression, en prolongements apparents, ou en globules placentiformes, selon qu'il trouve ou non des issues pour se développer. Pour se faire une idée de ces effets illusoires, enfermez de l'air et de l'eau entre deux lames de verre, ce qui est facile en appliquant une lame sur une autre lame humectée d'eau; vous verrez alors des prolongements, de formes et de dimensions variables, qui s'avanceront et reviendront sur eux-mêmes; la moindre compression exercée sur l'une des lames suffira pour étendre et faire varier à l'infini ce réseau mouvant, ces larmes bataviques, toutes ces configurations enfin, qui émanent de l'air emprisonné entre de l'eau et deux surfaces parallèles de verre. Ce qu'a vu l'auteur n'est pas autre chose qu'un des nombreux effets de cette cause; et il est affligeant d'être obligé aujourd'hui de donner, aux privilégiés académiques, des leçons élémentaires de cette force-là, quand on pense qu'on n'aurait pas osé, il y a dix ans, nous fournir une occasion semblable.

3° Nous ne parlerons pas de la désagrégation des globules. Vraiment nous regrettons les caractères que nous employons à rappeler qu'il faut bien que l'albumen se désagrège dans l'eau, quand on l'écrase sous deux lames de verre. Quant à la durée de la vie dans un animal ainsi torturé,

qu'est-ce que ce fait offre de si étonnant aux naturalistes, qui savent avec quelle opiniâtreté la vie dure chez les mollusques que l'on torture, que l'on écrase, que l'on coupe en morceaux; chez les vers de terre que l'on coupe par tranches; enfin, surtout aux yeux de ceux qui auront voulu répéter l'observation, sur les lambeaux mouvants des branchies et de l'ovaire des moules?

1970. Applications a l'industrie! — Ne vous en étonnez pas. Nous avons assez longuement établi ailleurs que la nature est la même, en grand comme en petit, qu'en fait de lois il n'y a rien de petit dans la nature que les petits esprits. Aussi, à peine avions-nous démontré que le mécanisme de la locomotion des microscopiques n'était autre que le mécanisme de leur respiration, qu'ils avançaient enfin comme une barque *à la proue de laquelle on adapterait une pompe aspirante* (*), lorsque l'industrie s'empara de cette idée, pour l'appliquer à la navigation. Un ingénieur proposa le fait à des capitalistes qui fournirent aussitôt des fonds. On construisit des barques qui s'avançaient par le jeu d'une pompe aspirante placée à la proue, et d'une pompe foulante placée à la poupe, et qui modifiaient leur vitesse ou leur direction par l'excès du jeu de l'une des deux pompes sur l'autre, ou en changeant la direction du tuyau de pompe à volonté. On conçoit que de cette manière il ne serait besoin ni de rame, ni de gouvernail, et qu'on pourrait s'enfoncer dans l'eau et revenir à la surface sans crainte de chavirer; ou, si l'on chavirait, sans crainte de rester long-temps dans cette position inverse. Mais la solution d'un problème de navigation est toujours double. Il faut réussir, et, après avoir réussi, soutenir la concurrence. Or comment obtenir un levier plus puissant que la vapeur! Si vous employez la vapeur pour faire fonctionner vos pompes, vous remplacez la rame par un appareil plus

(*) *Mémoire sur l'Alcyonelle*, § 78.

compliqué, plus dispendieux, et d'un entretien moins facile; une pompe exige plus d'effort qu'une roue, et un coup de volant donnera une plus grande impulsion qu'un coup de piston. Aussi il paraît que jusqu'à présent, sous le rapport de la vitesse, la pompe ne l'a pas emporté sur la rame. Cependant, il est d'autres rapports où cette application en grand de l'une de nos découvertes microscopiques serait dans le cas de remplir une foule d'indications utiles, et de devenir un excellent moyen de sauvetage. Du reste, en tout ceci nous ne sommes coupable, nous, que de l'idée, et nous n'avons jamais été consulté sur l'application.

§ II. TISSUS RESPIRATOIRES AÉRIENS.

1961. Nous avons vu que la respiration de la vorticelle (1952) et de la salamandre jeune (1930) s'opère sur la surface externe d'un tissu sous lequel circule un vaisseau. Le sang vient ainsi provoquer la respiration et s'alimenter de ses produits; il aspire l'air à travers la paroi qui le recouvre et les membranes entre lesquelles il circule; et ce phénomène est normal tant que ces animaux restent plongés dans l'eau. Ils meurent asphyxiés dès qu'on les transporte dans l'air, si pur qu'il puisse être. Donc l'eau ambiante est le véhicule nécessaire du fluide aspiré; or, comme la surface aspirante est placée sur la périphérie du corps, qu'elle est l'organe le plus interne de l'animal, c'est celle qui se dessèche le plus vite; d'où il advient que l'animal est frappé de mort, dès qu'il sort de son élément liquide.

Mais supposez que l'organe respiratoire, au lieu de faire saillie au dehors, comme chez les jeunes têtards de salamandre et de grenouille, soit plongé dans le fond d'une cavité du corps moins sujette à se dessécher, et dans laquelle se forme ou reste en permanence une atmosphère humide; l'animal pourra respirer dans l'air libre et hors de l'eau, puisque son organe respiratoire ne se trouvera pas moins continuellement

evêtu d'une couche humide qui servira de véhicule à son spiration. Nous aurons alors sous les yeux l'appareil respiraoire des animaux terrestres, le poumon au lieu de la branhie, deux organes de même structure, de même élaboration, ; qui ne différeront entre eux que par la position qu'ils ocupent relativement aux autres organes du corps animé.

La branchie n'est donc qu'un poumon externe, et qui parnt ne saurait fonctionner que dans l'eau; et le poumon n'est :e la branchie interne et refoulée au fond de la cavité bucile, et qui partant est dans le cas de fonctionner, alors que ut le reste du corps de l'animal est plongé dans l'air. La rme générale de l'organe branchial et pulmonaire ne conibue en rien à l'acte en lui-même de la respiration; elle ne urait servir qu'à ajouter à l'énergie de l'acte en raison de n volume, c'est-à-dire en raison des surfaces qui se trount en contact avec l'air humide; la faculté de respirer étant hérente à la plus petite molécule du tissu vasculaire.

Que l'anatomie comparée s'applique donc à décrire et à gurer les diverses configurations de l'organe pulmonaire, lon les espèces diverses d'animaux; mais l'anatomie génélle et physiologique ne saurait découvrir autre chose, dans organe respiratoire quelconque, qu'une membrane vascure assez mince pour ne pas absorber l'air à son profit, et sez humide pour lui être perméable et le laisser arriver au ng qui l'attire et qui en est attiré. Le poumon des mammies et des animaux terrestres, en dernière analyse, se réduit un réseau de vaisseaux qui circulent dans le tissu d'une embrane humide et d'une minime épaisseur; et les cellules lmonaires dont on a tant parlé ne se forment qu'après la ort, et alors que l'organe étant exposé à l'air et au hâle, l'air piré se dilate faute de pouvoir se faire jour, hors des anfracosités dont l'ouverture commune s'est fermée, par suite de dessiccation, du rapprochement et de l'agglutination de ses rois. Aussi nulle part les cellules n'acquièrent un plus and volume que sur les poumons des batraciens, qui, d'un

tissu plus délicat et plus aqueux que les poumons des animaux moins amphibies, se dessèchent plus vite à l'air.

Sous le rapport chimique, les tissus respiratoires aquatique ou aérien doivent posséder des caractères distinctifs qui échappent à nos méthodes ; mais sous le rapport anatomique, il n'est qu'un tissu vasculaire, analogue, dans sa structure intime, à tous les autres tissus vasculaires du corps, tissu plus délicat seulement, faisant saillie au dehors chez les animaux aquatiques, et refoulé en dedans, au fond d'une cavité protectrice, chez les animaux terrestres et aériens.

Cette définition commence à passer dans le domaine de la science universitaire, surtout depuis la première publication de notre *Nouveau système de chimie organique.*

§ III. PHÉNOMÈNES CHIMIQUES DE LA RESPIRATION.

1962. Aspirer l'air extérieur et expirer les produits de l'aspiration qui sont inutiles à l'élaboration des tissus, c'est le propre de tous les organes qui sont en contact immédiat avec le milieu ambiant, c'est le propre de toutes les cellules du tissu animal ou végétal placées dans des circonstances favorables, ainsi que nous l'exposerons plus en détail en traitant de la circulation végétale et animale. L'organe respiratoire, chez les animaux, ne diffère des autres tissus sous ce rapport, qu'en ce qu'il est organisé pour exercer cette absorption sur une plus grande échelle; et c'est en expérimentant sur lui, qu'on peut espérer d'arriver à la solution du problème de la respiration, c'est-à-dire à déterminer la quantité de gaz que le sang s'assimile en passant par le réseau vasculaire aspirant.

1963. Depuis que Priestley et Lavoisier eurent démontré que la respiration des animaux viciait l'air, c'est-à-dire le dépouillait de son oxigène, bien des auteurs se sont mis à la recherche, pour reconnaître et déterminer d'une manière précise, les quantités de gaz inspiré et expiré ; mais les résultats ont varié selon les expérimentateurs, et la question se déb

encore aujourd'hui dans les mêmes termes que dans le principe. Or les dissidences ne sauraient provenir des instruments, puisque les auteurs ne font usage en cette circonstance que des mesures eudiométriques (235); elles ne sauraient venir non plus de l'inexpérience ou de l'inhabileté de certains observateurs; car en deux ou trois essais de ce genre on devient tout aussi habile que le plus expérimenté. Il faut donc de toute nécessité qu'on n'ait point fait entrer tous les termes dans la position du problème, et qu'on ait oublié de tenir compte de certaines lois et de certaines circonstances capables de faire varier les résultats à l'infini.

1964. On a posé le problème de la manière suivante : L'AIR ATMOSPHÉRIQUE ÉTANT UN MÉLANGE DE 21 D'OXIGÈNE ET 79 D'AZOTE, PLUS DE QUELQUES TRACES D'ACIDE CARBONIQUE; COMBIEN LES POUMONS, DANS L'ACTE DE L'INSPIRATION, PRENNENT-ILS DE CHACUN DE CES GAZ, ET PAR CONSÉQUENT COMBIEN EN RENDENT-ILS DANS L'ACTE DE L'EXPIRATION?

Or, il s'est trouvé que, d'après les uns, une partie de l'oxigène était absorbée, et de ce nombre sont : Lavoisier, Crawford, Gay-Lussac, Humboldt et Provençal, Despretz, Dulong, etc., tandis que Spallanzani et Schéele ont obtenu des résultats contraires.

Quant à l'azote, même divergence : Spallanzani, Pfaff, Davy, Henderson, Humboldt et Provençal, ont observé qu'une portion notable de ce gaz était absorbée dans la respiration de l'homme et des mammifères; Dalton, Allen et Pepys sont d'un avis contraire; ils pensent, ainsi que Berthollet, Nysten, Despretz et Dulong, qu'il y a même dégagement de gaz azote.

1965. Le procédé dont se sont servi tous les expérimentateurs, qui se sont occupés spécialement de cette question, a toujours consisté à placer un animal de petite taille sous une cloche remplie d'air ou d'un autre gaz, au-dessus du mercure, pour analyser la quantité d'air absorbé et rendu par la respiration de l'animal. Or, nous n'hésitons pas à établir en fait,

que, de l'uniformité du procédé, ont découlé nécessairement toutes les divergences. Et nous ajouterons que le phénomène de la respiration est resté inexplicable, parce que les auteurs ne l'ont étudié que d'après la méthode de la chimie inorganique, et en n'envisageant leur sujet que sous le rapport des produits bruts qui s'emprisonnaient sous le récipient. Avant d'examiner en détail les résultats qu'ils ont obtenus, entrons dans quelques développements, qui serviront à mettre dans tout son jour l'inconséquence qui fait l'objet de ce reproche (*).

1966. 1° Un animal que vous placez dans une atmosphère artificielle, se trouve, dès ce moment, dans un état de gêne et de souffrance, diamétralement opposé à son état normal. Il ne respire plus comme à l'ordinaire; donc il n'absorbe pas les mêmes quantités ou les mêmes espèces de gaz. Par suite, il ne doit plus rendre par l'expiration ni les mêmes gaz, ni les mêmes quantités du même gaz. Les produits recueillis ne seront donc pas les produits de l'élaboration normale, les produits de la vie; ils seront les produits de la désorganisation qui commence là où l'élaboration finit, les produits enfin de la mort.

2° Que sera-ce, lorsqu'à la place d'une atmosphère qui ne diffère que par les proportions, de l'air atmosphérique ordinaire, vous placerez l'animal dans le gaz hydrogène, ou le gaz azote, ou le gaz acide carbonique pur de tout mélange? Que sera-ce, lorsqu'au lieu de recueillir les produits du malaise, vous recueillerez les produits de l'asphyxie?

Vous obtiendrez, dans le gaz acide carbonique, un gaz expiré d'une nature différente que dans le gaz hydrogène ou azote; de même que dans l'oxigène pur, vous obtiendrez un gaz expiré d'une tout autre nature que dans le gaz acide carbonique, ou au moins un mélange de gaz dans de tout autres proportions.

(*) Voyez *Annal. des sc. d'observat.*, tom. III, p. 432. 1830.

1967. 3° L'animal absorbe l'air et les gaz par toutes les surfaces de son corps, quoique les poumons soient l'organe par lequel cette absorption s'opère avec le plus d'énergie. Par la même raison il expire les gaz, comme il transsude, par toutes les surfaces de son corps. Dans un milieu artificiel, comme dans un cas maladif quelconque, cette expiration générale sera tout aussi anormale, que l'expiration spéciale aux poumons. Les expérimentateurs n'ont tenu aucun compte des produits de cette expiration cutanée.

1968. 4° Les détritus des tissus qui n'élaborent plus, fermentent et se décomposent dès l'instant que leur élaboration normale cesse. Or, les animaux sont couverts de ces débris qui séjournent plus ou moins long-temps sur la peau, selon que celle-ci est lisse ou velue, et selon qu'elle est soumise plus ou moins rarement aux soins de propreté; tout le monde sait que cette fermentation dégage de l'acide carbonique, ou de l'azote combiné avec l'hydrogène ou de l'hydrogène pur.

1969. 5° Mais il est une circonstance à laquelle aucun expérimentateur n'a eu l'idée de s'arrêter, et qui pourtant est dans le cas de faire varier en tout les résultats de l'expérience; je veux parler de l'influence de la lumière et des ténèbres sur la nature et les produits de l'élaboration vitale. Les plantes expirent et aspirent tout différemment la nuit que le jour; pourquoi les animaux, qui ont à élaborer les mêmes gaz que les plantes, ne se ressentiraient-ils pas de cette double influence? Pourquoi n'élaboreraient-ils pas l'air autrement pendant la nuit qui les plonge malgré eux dans le sommeil, et autrement pendant le jour qui leur rend, avec le bienfait de la lumière, le besoin invincible de la pensée et de la locomotion? Notre respiration se modifie la nuit, et ses produits diffèrent de ceux de la respiration diurne. Or, si vous laissez l'animal dans le même appareil, pendant quelques heures du jour et quelques heures de la nuit suivante, il est évident que vous recueillerez un mélange de gaz, qui ne représentera nullement les résultats de la respiration, et qui mo-

difiera à son tour la respiration de l'animal forcé de séjourner dans cette atmosphère. En poussant plus loin les conséquences pratiques de cette observation ; on admettra facilement que le mécanisme de la respiration aura lieu tout autrement dans l'obscurité du laboratoire que lorsque les rayons du soleil viendront frapper le récipient ; car une fois une cause reconnue, il serait absurde d'en nier, dans une circonstance, les effets qu'on est forcé d'admettre dans une autre. Mais les saisons agissent à leur tour avec la même puissance et les mêmes modifications sur le phénomène de la respiration ; l'âge agit à son tour d'une manière analogue aux saisons. Enfin, et par cela seul que les animaux n'ont ni les mêmes habitudes, ni la même alimentation ; par cela seul que leur transpiration affecte au goût et à l'odorat des caractères différents selon les espèces, on doit être forcé d'admettre que les produits de l'expiration doivent varier selon les espèces, et, j'irai plus loin, selon les individus de la même espèce. Qui oserait, en effet, comparer les produits de la respiration du paysan des campagnes à ceux de la respiration du citadin ?

1970. 6° Les analyses eudiométriques de l'air et des gaz sont d'une imperfection que l'ancienne méthode seule a droit de méconnaître et de faire semblant d'ignorer. En effet, elle ne trouve rien de ce dont nos sens et notre odorat reconnaissent si fortement la présence. L'eudiomètre indique les mêmes quantités d'oxigène, d'azote et d'acide carbonique, dans l'air de l'une de ces salles de spectacle où les respirations les plus phosphorescentes ont eu quatre à cinq heures le temps de grandement vicier l'air ; ce qui établirait que l'air est vicié par un seul animal dans une éprouvette, et ne l'est pas par des milliers d'individus renfermés dans une salle de spectacle ; assertion contre laquelle l'hygiène publique jetterait des hauts cris. Nous rendons par l'expiration des sels azeux à base d'ammoniaque, et d'autres sels à même base dissous dans la portion humide de la transsudation pulmonaire ; il suffit de souffler le matin sur une lame de verre,

pour y découvrir au microscope de nombreuses et élégantes arborisations d'hydrochlorate d'ammoniaque; or, les analyses eudiométriques ne tiennent compte de rien de tout cela; l'expérimentateur, depuis Priestley jusqu'à nous, n'a jamais eu d'autres gaz en vue, que l'oxigène, l'acide carbonique, et l'hydrogène. Il n'a pas même tenu compte de l'eau.

1971. 7° Or, la présence de l'eau est tellement nécessaire à la fonction de la respiration, que si l'air que nous respirons est trop sec, toute l'économie se dérange, signe infaillible que la respiration est troublée, et que partant ses produits sont anormaux. Mais dans les recherches eudiométriques, l'expérimentateur a grand soin d'employer les gaz destinés à l'inspiration parfaitement secs; il ne s'occupe nullement de l'eau qu'il pourrait recueillir de l'expiration, et pourtant dans cette quantité d'eau recueillie, on trouverait bien des choses, qui ne sont rien moins qu'indifférentes au phénomène général de la respiration.

1972. 8° Enfin, dans tout ce qui précède, nous avons essayé d'énumérer les *desideranda* de l'expérimentation, et ils sont nombreux; dans ce qui va suivre, nous avons à relever des erreurs d'induction, et elles sont graves.

1973. En effet, l'observateur a raisonné sur les résultats de l'expérimentation en vase clos, de la même manière que si l'expérimentation avait eu lieu à l'air libre. Il a tenu compte de l'air qui rentre dans les poumons et qui en sort, et nullement de l'air qui pénètre toutes les lacunes jusqu'aux plus exiguës de notre corps, de l'air enfin qui fait en nous équilibre à l'air extérieur. Or, l'interprétation des phénomènes change tout-à-coup de face, et dans une latitude immense, dès qu'on tient compte de cette donnée, dont l'ancienne méthode ne s'est pas même douté.

Notre corps est imprégné d'air qui fait équilibre à l'air extérieur; il n'est pas un tissu animal qui, soumis à l'action de la pompe pneumatique, ne se dépouillle d'une quantité considérable d'air extérieur. L'action de la ventouse appliquée à

une portion quelconque de la surface de notre corps, démontre encore mieux chaque jour ce fait physiologique. Du reste, s'il en était autrement, c'est-à-dire si l'air atmosphérique ne pénétrait pas dans toutes les petites lacunes de nos tissus, il est évident que nos tissus seraient comprimés par la compression du milieu atmosphérique ambiant, comme sous une presse hydraulique. Mais cet équilibre que les fluides gazeux contenus dans notre corps fait avec les fluides gazeux qui l'enveloppent, suppose évidemment l'équilibre des proportions dans les éléments qui composent l'une et l'autre atmosphère; en effet, le poids des éléments gazeux de l'air étant différent, si vous augmentez les proportions de l'un dans une région, cet air ne saurait plus faire équilibre avec l'air d'une autre région, dont le mélange aura conservé ses premières proportions; et dès ce moment il s'opèrera un refoulement tendant à rétablir l'équilibre; le gaz qui entrera dans une plus grande proportion de ce côté, tendra à se distribuer par égale part dans la portion opposée, jusqu'à ce que le poids des deux mélanges soit égal. Supposons par exemple, que l'air ambiant soit composé, comme à l'ordinaire, de 21 d'oxigène et de 79 d'azote, et que l'air intérieur, par suite de l'absorption et de l'élaboration d'un organe, ne possède plus que 15 sur 100 d'oxigène, et que partant l'oxigène y existe dans la proportion de 15 à 85 d'azote; pour que l'équilibre se rétablisse, il faudra qu'il s'opère entre l'air extérieur et l'air intérieur un échange, qui portera, dans l'une et l'autre région, la proportion d'oxigène à 18 sur 100 et la proportion d'azote à 82 sur 100; proportions qui se maintiendront dans un endroit clos, si l'élaboration cesse; mais qui devront nécessairement déranger l'élaboration, laquelle jusque là s'était opérée sous l'influence d'un tout autre mélange.

1974. Déduisons maintenant les conséquences de ce principe, et posons d'avance en fait, que l'air que nous aspirons par toutes nos surfaces, et que nous respirons par nos poumons, ne séjourne pas dans notre corps en qualité d'atmo-

sphère, mais qu'il se combine en qualité d'aliment, et se solidifie pour servir à l'accroissement du tissu et au développement des organes. Nos tissus étant une combinaison intime d'oxigène, d'hydrogène, de carbone et d'azote, que nous considérons comme base de l'ammoniaque qui sert à les organiser, et ces quatre gaz se trouvant en diverses proportions dans l'air, il est impossible de supposer que la nutrition générale n'en prenne pas au moins une certaine portion à l'air qui nous pénètre.

1975. Or, qu'arrivera-t-il, alors que, sur une quantité d'air inspiré, l'élaboration des organes se sera assimilé une certaine quantité de l'un plutôt que de l'autre gaz? Et d'abord, supposons le cas où, sur 100 d'air atmosphérique aspiré, l'animal aura absorbé, au profit du développement de ses tissus, de l'oxigène, sans avoir encore touché à l'azote. Pour que l'équilibre se rétablisse entre l'air intérieur et l'air ambiant, il faudra que l'excès d'oxigène de l'air intérieur se distribue dans l'air extérieur; il y aura alors expiration apparente d'oxigène; nous attribuerons aux fonctions de nos organes un phénomène qui se serait reproduit de la même manière dans et autour d'un corps poreux. Si donc, sur 100 d'air atmosphérique aspiré dans une enceinte close, l'animal s'est assimilé 6 d'oxigène et n'a pas touché à l'azote; pour que l'équilibre se rétablisse, il faudra qu'il sorte du corps de l'animal de l'oxigène; si le corps de l'animal ne renfermait que 100 d'air, il sortira alors 3 d'oxigène, et les proportions de l'air extérieur et de l'air intérieur ne représenteront plus les proportions de l'air atmosphérique; l'analyste trouvera dans l'air expiré 18 d'oxigène et 82 d'azote, et il en conclura que l'aspiration n'a absorbé que 3 d'oxigène, quand en réalité il en aura disparu 6; en sorte que, si on faisait entrer dans l'enceinte 6 d'oxigène pur, par la seule conséquence de la loi sur l'équilibre, il en serait absorbé trois sans que la respiration y prît aucune part.

1976. Admettons que les organes s'assimilent de l'azote

dans l'air inspiré, et le transforment en ammoniaque; pour que l'équilibre se rétablisse au dedans et au dehors de l'animal, il se dégagera de l'azote de l'air intérieur, azote que l'expérimentateur placera sur le compte de l'expiration.

1977. Quant à l'acide carbonique, il est possible que la quantité retrouvée dans le gaz expiré ne représente pas la totalité du gaz acide carbonique produit par l'expiration, et qu'en vertu de l'équilibre des gaz, une moitié soit rentrée dans l'intérieur des organes, et une moitié ait formé atmosphère tout autour du corps de l'animal.

1978. En conséquence, le physiologiste sera exposé à conclure que l'animal a expiré de l'azote, alors que réellement il en aura absorbé, et en aura transformé une certaine quantité en bases de son tissu; qu'il aura aspiré de l'azote extérieur, alors qu'il n'aura fait que s'assimiler en tissus une certaine quantité de l'azote intérieur, ce qui aura déterminé l'introduction de la quantité d'azote extérieur qui était en excès par rapport à l'autre. Et l'on conçoit que les proportions que rencontrera l'analyse seront aussi variables que peuvent l'être les circonstances de la manipulation, la durée de l'expérience, l'exposition du local, la capacité de l'enceinte dans laquelle l'animal sera tenu emprisonné, toutes circonstances dont la physiologie expérimentale n'a jamais tenu compte, et qui nous donnent la clef des dissidences graves qui s'élèvent à ce sujet entre les observateurs.

1979. La question en est donc encore aujourd'hui au point où l'ont laissée Priestley, Lavoisier et Schéele; elle est tout entière à reprendre, en partant d'un autre point de vue et en ayant recours à d'autres méthodes d'expérimentation. Il est démontré que, par la respiration pulmonaire, nous vicions l'air; et il est certain à nos yeux que nous ne le vicions pas moins par la respiration cutanée; or, par la respiration, nous absorbons de l'air; donc nous ne le rendons que dans des proportions et à un état qui ne représentent plus l'air atmosphérique. Nous expirons donc les gaz com-

binés entre eux sous de nouvelles formes. Quelles sont ces formes de combinaison? voilà la question. L'azote est-il absorbé en partie pour fournir l'ammoniaque des tissus, est-il exhalé comme partie des sels ammoniacaux? L'acide carbonique provient-il de la combinaison du carbone du sang avec l'oxigène aspiré, ou ne serait-il que le produit de la fermentation des substances muqueuses qui transsudent des parois du poumon, ou bien enfin que le produit de l'élaboration et de l'exhalation des divers organes que le sang a rencontrés sur sa route, et dont il a entraîné les sécrétions et les excrétions dans le torrent de la circulation? L'oxigène exhalé est-il de même nature que l'oxigène aspiré; est-il une portion de la quantité aspirée, ou provient-il de l'oxigène qui compose l'air atmosphérique emprisonné dans les tissus de l'intérieur du corps? est-ce un rebut de la respiration ou une compensation qui vient rétablir l'équilibre? Tout le problème de la vie est dans la solution de l'une ou l'autre de ces questions.

1980. En voyant que l'animal périssait également dans une atmosphère privée d'oxigène et dans une atmosphère composée uniquement d'oxigène, la physiologie en a conclu (car la physiologie académique conclut vite et roide) que, dans le premier cas, l'animal périssait faute de combustion, et dans le second par trop de combustion; ce qui est à peu près la même chose que de dire que, dans le premier cas, il meurt faute d'oxigène, et dans le second cas, par trop d'oxigène; avec une hypothèse de plus, qui est que l'oxigène nous brûle le sang, comme il brûle le bois et le charbon en le transformant en acide carbonique. Mais si notre sang se brûle de la sorte à chaque inspiration, il ne doit plus nous en rester grand'chose au bout de la journée. Il est vrai que le système circulatoire vient en puiser de nouvelles quantités dans les produits de la digestion. Mais si nos vaisseaux ne s'emparent de ces produits que pour les faire brûler par l'oxigène, que doit-il en rester pour l'accroissement indéfini des tissus?

1981. Quoi qu'il en soit, à la faveur du même raisonnement, et en nous basant sur les mêmes phénomènes de la respiration, nous allons démontrer tout le contraire. L'animal meurt dans une atmosphère privée d'azote, et dans une atmosphère qui n'est composée que d'azote; donc l'animal meurt dans le premier cas faute d'azote, et dans le second par trop d'azote; et comme, dans la chimie inorganique, l'azote peut se combiner avec les autres gaz aspirés pour former, soit de l'acide nitrique, soit de l'ammoniaque, soit de l'acide hydrocyanique, etc., il nous sera également permis d'admettre en théorie que l'animal meurt dans les deux expériences précédentes, 1° faute de nitrification ou par trop de nitrification du sang; 2° faute d'alcalisation ou par trop d'alcalisation du sang; 3° faute de cyanose ou par trop de cyanose. Car enfin la forme syllogistique du raisonnement est exactement la même; et dans les prémisses, il n'y a qu'un terme de remplacé.

1982. Or, quand les deux termes isolés d'un fait constaté conduisent également à une hypothèse absurde, il est évident que la vérité ne saurait se trouver que dans la combinaison des deux. Si la respiration n'est dans le cas de s'opérer d'une manière normale et continue qu'au moyen de l'air atmosphérique, c'est-à-dire qu'au moyen d'un mélange de 21 d'oxigène, de 79 d'azote, d'une petite quantité d'acide carbonique, et d'une certaine humidité, c'est que tous ces gaz ou vapeurs profitent à la respiration, et, par la respiration, à l'organisation incessante; c'est que tous ces gaz fournissent un élément au développement des tissus; et comme nos tissus animaux sont un composé d'oxigène, d'hydrogène, de carbone et d'azote, dont nous avons demandé à la théorie (842) le mode d'association, il s'ensuit que la respiration peut être supposée leur fournir, au moins en partie et sous une forme autre que celle des produits de la digestion, les quatre gaz qui forment leur base; que partant l'azote n'intervient pas comme pour affaiblir la force comburante de l'oxigène, mais pour être assi-

milé comme l'oxigène et au même titre que lui; que si l'oxigène et l'hydrogène se combinent au carbone pour former l'élément organique des tissus, l'azote à son tour s'unit à l'hydrogène pour fournir la base qui sert à organiser les tissus, ou pour saturer les acides qui les désorganisaient et former les sels ammoniacaux qui les incrustent. Si donc vous n'administrez à un animal que de l'oxigène seul, il mourra, non pas parce qu'il a trop d'oxigène, mais parce qu'il lui manque de l'azote, *et vice versâ.*

1983. Or, comme les animaux n'élaborent pas tous les mêmes tissus, et n'affectent pas tous la même forme de développement, l'analyse élémentaire enfin de leurs organes donnant des produits différents selon les diverses espèces, il est rationnel de penser que toutes les espèces n'ont pas besoin, pour respirer d'une manière normale, que l'air ambiant soit composé des mêmes proportions. Aussi voyons-nous qu'il est plus facile d'asphyxier tel animal que tel autre; que les vers ne périssent qu'après avoir absorbé tout l'oxigène de l'air ambiant, tandis que les animaux à sang chaud, et même les insectes, tombent long-temps avant que l'oxigène de l'air ambiant ait été remplacé par le gaz acide carbonique.

1984. Ces considérations étant bien comprises, nous distinguerons les gaz, sous le rapport de la respiration, en gaz *asphyxiants* et gaz *délétères.* Nous entendrons par gaz *asphyxiant*, un gaz qui ne tue que parce qu'il arrive seul et non mélangé aux autres gaz que l'organisation a besoin d'élaborer avec lui; nous entendrons par gaz *délétère*, un gaz qui désorganise les tissus, qui tue par sa présence s'il est seul, qui nuit s'il entre, pour la plus faible fraction, dans le mélange atmosphérique. Dans un gaz *asphyxiant* l'animal meurt parce que la respiration est incomplète; dans le gaz *délétère* il meurt, parce qu'elle est empoisonnée. L'azote, le protoxide d'azote, l'oxigène, l'hydrogène, le gaz oxide de carbone, sont des gaz *asphyxiants*; le chlore, l'iode, l'hydrogène sulfuré, l'hydrogène arséniqué, l'acide sulfureux, etc.,

et même l'acide carbonique, ainsi que l'a déjà démontré Fontana, sont des gaz *délétères*. Aussi dans l'asphyxie par le charbon, a-t-on lieu de remarquer que l'animal éprouve des convulsions violentes lorsque l'air qu'il respire est vicié par du charbon qui s'allume, et qu'il s'endort au contraire paisiblement du sommeil de la mort, lorsque l'air est vicié par la braise. Car, dans le premier cas, le produit de la combustion consiste principalement en acide carbonique, et dans le second en oxide de carbone.

1985. Le nombre d'inspirations varie selon les espèces d'animaux, et selon le tempérament des individus. Il est des hommes qui respirent 14 fois par minute, et d'autres jusqu'à 27 fois. Chez le même individu, ce nombre diminue dans un état d'atonie, et augmente au contraire dans la colère ou pendant une forte émotion. La quantité d'air inspiré et expiré varie également selon que l'aspiration est normale ou forcée, que la poitrine est plus ou moins large, que le tempérament est plus ou moins bouillant. Aussi, d'après quelques auteurs, le volume de la quantité inspirée serait de 655 centimètres cubes; elle s'élèverait à 1700 et même à près de 5000 centimètres cubes d'après d'autres. Quant au volume de l'air expiré, les chimistes sont portés à croire qu'il est moindre que le volume de l'air inspiré; mais c'est à la faveur des respirations en vase clos qu'ils ont établi cette opinion. Or, il est évident qu'un animal gêné dans sa respiration doit expirer moins qu'à l'état libre. L'expérience ne représente donc nullement ce qui se passe à l'état normal.

1986. Les mouvements d'inspiration ont lieu à l'aide des contractions, principalement des muscles pectoraux, qui, en soulevant le thorax, augmentent la capacité des deux cavités dans lesquelles se logent les poumons, et, partant, dilatent ces deux organes, ce qui fait que l'air extérieur s'y porte, comme dans l'intérieur d'un soufflet. Mais si les parois thoraciques venaient à être mises en communication avec l'air extérieur par une ouverture artificielle, pratiquée entre les côtes; il

st évident qu'en se dilatant, elles appelleraient l'air entre les et les poumons, qu'elles affaisseraient par conséquent s poumons au lieu de les dilater, et que l'animal mourrait ouffé, parce que l'air extérieur ne pourrait plus arriver à la rface respiratoire, et qu'il ne serait en contact qu'avec la urface qui n'a pas été organisée pour ce genre d'assimilation. r, il est des animaux chez qui une ponction semblable pro-uit plus vite que chez d'autres ses désastreux résultats, rce qu'il est des animaux chez qui la plaie est susceptible de ster béante plus facilement que chez d'autres, et chez qui dilatation du thorax tend à la fermer plutôt qu'à l'ouvrir; est inutile de faire observer que le résultat dépend aussi en ajeure partie du diamètre de l'ouverture artificielle.

1987. Quelques auteurs ont admis que la respiration était source de la chaleur chez les animaux, en se fondant sur ypothèse qui assimile l'hématose à la carbonisation et à la mbustion du carbone. Puisqu'en effet il se dégage du ca-rique par la combinaison de l'oxigène avec le carbone du is, pourquoi ne s'en dégagerait-il pas proportionnellement tant par la combinaison de l'oxigène de l'air aspiré avec le rbone du sang? Sans doute il se produit de la chaleur par spiration, et pour cela il n'est pas nécessaire que l'héma-se soit une combustion analogue à celle du charbon. Mais s'en produit comme dans tous nos autres organes qui éla-brent; et la source de la chaleur de notre corps est dans utes les molécules de nos tissus qui fonctionnent.

HUITIÈME ESPÈCE.

Tissus embryonnaires.

1988. Nous comprenons sous ce nom, non seulement les ganes qui ne sont pas destinés à survivre à la vie fœtale, non ulement les tissus de la mère qui concourent à la nutrition u fœtus, mais encore tous les organes que nous venons de écrire dans l'adulte, avec les modifications qui les caractéri-

sent aux portes de la vie, jusqu'à l'époque où l'enfant est en état de se suffire à lui-même, de respirer avec ses poumons et de digérer avec son estomac. En effet, si les produits chimiques découlent nécessairement du mode d'élaboration, on est forcé d'admettre que les produits de l'élaboration fœtale doivent être chimiquement différents de ceux de l'élaboration adulte; alors même que, sous le rapport anatomique, l'organe ne présenterait aucune différence essentielle à ces deux époques.

§ I. CARACTÈRES CHIMIQUES DES TISSUS EMBRYONNAIRES.

1989. L'ancienne méthode s'est peu occupée de poursuivre cette étude d'une manière régulière; et ce projet entre ses mains aurait certainement échoué. La nouvelle méthode, quoiqu'à son berceau, ne laisse pas que d'avoir rencontré un caractère, qui établit une différence importante entre les tissus de la vie fœtale, et les mêmes tissus de la vie adulte.

1990. Que l'on place, dans une goutte d'acide sulfurique concentré, un lambeau d'un tissu quelconque de l'embryon, il y contractera presque instantanément une couleur purpurine intense; preuve évidente que ce tissu renferme simultanément de L'ALBUMINE ET DU SUCRE (1519); cette coloration n'aura nullement lieu à l'égard du même tissu pris à l'âge adulte. Nous avons vérifié le premier fait sur toutes les membranes de l'*utérus* de la femme et des femelles de plusieurs mammifères, à l'époque de la gestation; les trompes de Fallope seules se sont colorées en jaune; mais les ovaires, les corps jaunes et ovules; le chorion et les fibrilles qui le recouvrent; la membrane de l'amnios; tous les tissus internes et externes du fœtus (muscles, nerfs, viscères, cordon ombilical, derme et épiderme), l'embryon de l'œuf de poule, tout ce qui appartient enfin à l'appareil si compliqué de la vie utérine, s'est coloré en pourpre dans l'acide sulfurique concentré. Mais une fois la gestation terminée, l'utérus perd cette pro-

riété de coloration, même quand on ajoute du sucre à l'a-
de sulfurique; ce que j'ai vérifié sur les organes de la géné-
ation d'une femme morte à un âge fort peu avancé. Et les
ssus du jeune animal rendu à la vie extra-utérine, ne se
olorent en pourpre que par l'addition du sucre à l'acide
ulfurique.

1991. Nous avons déjà vu que l'ovaire et l'ovule végétal,
vant et un peu de temps après la fécondation (1325), se com-
ortaient sous ce rapport exactement de la même manière
ue l'ovule animal. Car c'est peut-être à l'époque de la vie
etale que les végétaux et les animaux offrent entre eux le
lus d'analogie.

§ II. HISTOIRE DE L'OVULE.

1992. Nous allons établir l'histoire de l'ovule d'après nos
ropres observations, dont les premières datent déjà de loin
t; ont toutes passé dans la science; nous les compléterons
ar des observations plus récentes. Nous ne discuterons la
aleur des observations qui nous sont étrangères, qu'après
voir établi, sur des faits observés et des figures exactes, l'his-
oire du développement du fœtus, à partir de l'époque de la
onception.

1993. OVAIRES.—Le sperme fécondant, chez les mammifè-
es, pénètre dans la matrice, par l'ouverture du museau de tan-
he, ouverture qui s'applique exactement sur celle du pénis;
traverse la matrice, organe infiniment variable de forme et
e dimensions, rencontre dans le fond une ouverture de
haque côté, qui est celle des trompes de Fallope; ce sont
es canaux frangés à leur extrémité libre, par laquelle ils
iennent s'aboucher avec l'ovaire, par suite de leur érection
moureuse, et y déposer le sperme dont l'ovaire s'imprègne
t dont l'ovule se féconde.

1994. Il y a bien long-temps que nous avons établi l'ana-

logie et l'identité même de structure qui existe entre l'ovaire pluriloculaire des végétaux et l'ovaire des animaux; celui-ci est un ovaire de la catégorie de ceux dont les botanistes désignent les ovules sous le nom de nidulants. Rien ne ressemble mieux à un tissu cellulaire à grosses cellules que cet organe, même chez la femelle des mammifères, qu'on ne saurait étudier que par réflexion et à l'œil nu. Chez les insectes et surtout les vers intestinaux, dont l'ovaire est susceptible d'être observé par réfraction, ce rapprochement ne laisse plus le moindre doute. Les ovules s'y distinguent déjà comme tout autant de petites cellules granulées, qui augmentent en diamètre, et tendent de plus en plus à s'isoler, à mesure qu'on approche de l'oviducte, et qui dans l'utérus, où ils éclosent souvent, comme chez les strongyles, rappellent encore, quoique réellement isolés, leur précédente adhérence. Les œufs des grenouilles conservent encore cette structure cellulaire au sortir du corps de la mère, et pendant leur incubation dans l'eau; mais ce fait est surtout remarquable sur les longues traînées d'œufs gélatineux que les lymnées et les nérites de nos rivières déposent, comme une glaire, sur les tiges des végétaux submergés. On serait tenté, la première fois, de se méprendre sur l'origine de ces corps, et de n'y voir qu'une substance confervoïde, tant l'embryon ou l'œuf verdâtre jouent le rôle de tout autant de cellules vertes, de pores corticaux enchâssés un ou deux et trois ensemble dans tout autant de grandes cellules albumineuses et transparentes, qui font l'office de blanc d'œuf. Ces animaux pondent non pas des œufs, mais, si je puis m'exprimer ainsi, des ovaires, c'est-à-dire un tissu cellulaire richement infiltré, dans chaque maille duquel se trouve enchâssé un ovule. Chez les mammifères, au contraire, l'œuf seul se détache de sa cellule et ne l'entraîne pas avec lui; mais aussi il s'arrête, pour suffire à sa nutrition, dans la matrice, et s'attache à ses parois, jusqu'à son éclosion; car il lui manque une enveloppe qui abonde chez les autres.

1995. L'ovaire de la femme peut donc être considéré omme une grande cellule close, dans le sein de laquelle se ont développées d'autres cellules distinctes les unes des au-res, quoique adhérentes entre elles par leur compression nutuelle.

1996. Etablissons bien ce point de doctrine, savoir que ans les ovaires transparents, les cellules-œufs sont dis-nctes les unes des autres, qu'elles ont une enveloppe qui ur est propre. Ces œufs simples ou composés se présentent ar réfraction, comme le ferait une rangée d'œufs de poules us de loin et enchâssés dans un milieu aqueux ou transpa-ent. Il faut donc que chacun d'eux ait, pour dévier de cette çon la lumière, une enveloppe distincte des autres œufs ontigus, et une enveloppe complète et continue. Si donc us ces œufs tiennent entre eux, ce ne peut être que par ad-érence; mais une pareille adhérence ne peut provenir que ar une compression mutuelle, et cette compression chez des ganes inertes ne peut être que le résultat d'une enveloppe énérale, qui les emprisonne et s'oppose à leur développement. ette enveloppe générale est la cellule externe par rapport à s œufs; c'est la cellule maternelle qui les a engendrés, mme chacun de ces œufs va engendrer la cellule du germe. ne suffit rien moins que de déchirer cette enveloppe géné-le, les parois enfin de cette cellule maternelle, pour isoler mettre en liberté chacun de ces œufs que l'on voit si bien ichâssés dans la glaire du mollusque; donc ils tiennent or-niquement à quelque chose, à une surface quelconque. r, ils ne tiennent pas entre eux, car on peut les isoler les ns des autres complétement sans en altérer aucun, si l'on a in de procéder délicatement à cette expérience. Donc ils ennent à l'enveloppe générale elle-même, donc ils émanent sa substance, donc ils sont soudés à l'une de ses parois. point de soudure et d'attache, nous le désignons par le ot de *hile;* quelques œufs en portent la trace par une cica-icule. Nous l'avons rencontré fort souvent, et de la manière

la plus distincte, sur les œufs des animaux inférieurs, et spécialement sur les œufs de la moule des rivières (pl. 7, fig. 25 *h*).

1997. Ces œufs de la moule ont été extraits par la ponction du ventre de l'animal, et ils en sont sortis à tous les âges, sous forme de globules sans nom et sous forme d'œufs; les uns n'ont qu'un *jaune* ou *vitellus* (*v*), les autres en offrent jusqu'à trois. Or, supposez tous ces œufs observés dans le ventre de l'animal, si celui-ci était transparent, ou bien sortant enveloppés de l'organe dans lequel ils ont pris naissance, et vous aurez devant les yeux l'organe ovuligère qui est pondu d'une seule pièce par les lymnées et les nérites, vous aurez l'image d'un joli tissu cellulaire, dont chaque cellule transparente recèlerait un paquet vert dans son centre.

1998, Ovule. — L'ovaire ayant aspiré puissamment, attire à lui les trompes de Fallope, qui s'épanouissent, distendues par l'*aura seminalis* qu'appelle l'aspiration de l'ovaire. Une fois cette soif d'amour étanchée, une fois l'œuvre de l'aspiration accomplie, l'ovaire, devenu inerte, abandonne l'ovule à la réaction de l'utérus ou de l'oviducte, qui l'aspire à son tour; les trompes de Fallope sucent pour ainsi dire l'œuf, le détachent de sa cellule maternelle, qui crève pour le laisser passer, et l'œuf est pondu, pour aller subir le développement de l'incubation, soit au dehors de la mère comme chez les oiseaux, les poissons, les sauriens, les insectes, etc., soit dans le bassin de l'utérus comme chez les mammifères, où l'incubation prend le nom de gestation.

1999. Il peut se faire qu'après que l'ovaire a rempli sa fonction, l'utérus se refuse à la sienne, et s'endorme oublieux du dépôt que les trompes devraient transmettre dans son sein. Dans ce cas, la grossesse, c'est-à-dire la gestation, sera extra-utérine, et l'œuf se développera plus ou moins complétement, soit dans les trompes de Fallope, s'il s'y est déjà engagé, soit dans l'abdomen, si les trompes, après l'avoir aspiré, ont manqué de force pour le reprendre, et l'ont

laissé tomber en sortant ; soit enfin dans la cellule maternelle même de l'ovaire. Kuhn, alors préparateur de Breschet, m'apporta un jour un ovaire de femme, qui peut-être rentrait dans la dernière de ces trois catégories ; car dans l'intérieur de l'une des cellules transparentes de cet organe, on distinguait une forme d'embryon parfaitement bien dessinée par sa blancheur et sa forme de rein ; il tenait à la paroi par un cordon de la même blancheur ; et à la moindre pression qu'on exerçait sur la membrane, à l'aide d'une petite pointe d'aiguille, on le voyait pirouetter sur lui-même, comme fait le fœtus, même mort, observé à travers la membrane intègre de l'amnios; mais le tissu en était si délicat, et l'œuf offrait des parois si consistantes, que faute d'un instrument assez effilé, je le désorganisai en rompant l'enveloppe ; cet accident ne m'arriva pourtant qu'après avoir constaté à plusieurs reprises que ce petit fœtus voguait librement dans un liquide, et ne tenait à la paroi ambiante que par un cordon ombilical assez long.

2000. Lorsque tous les organes fonctionnent avec harmonie et d'une manière normale, l'œuf des mammifères se rend, par les trompes de Fallope, dans l'utérus, organe à parois très épaisses et compactes avant la fécondation, et qui deviennent ensuite aussi vasculaires qu'il est possible de le supposer; car, de même que le poumon, sa substance ne semble au premier abord, pendant la gestation, qu'un feutre inextricable de veines et d'artères. L'œuf attiré par la puissante aspiration d'un pareil organe, et doué lui-même de la faculté d'aspirer la vie, et par conséquent de s'attacher partout où la vie circulera, l'œuf vient se coller sur un point quelconque de la paroi utérine, comme une greffe qui s'empâte sur le sujet, comme un parasite qui s'attache à sa proie et en suce la substance, enfin comme une ventouse ou un suçoir, qui fait corps et s'agglutine à toutes les surfaces où son aspiration peut produire le vide. A un âge un peu avancé, on distingue sur l'œuf de la femme trois régions principales, que nous

allons décrire et étudier avec détail : le CHORION, grande enveloppe externe; la MEMBRANE de l'amnios, seconde enveloppe ou enveloppe interne qui s'implante sur la paroi interne de la première, par une portion de sa propre surface; enfin, la vésicule EMBRYON, qui s'implante sur la surface interne de l'amnios au moyen d'un prolongement de sa propre substance, au moyen d'un cordon qui s'allonge de plus en plus.

2001. CHORION. — Le chorion est l'enveloppe externe de l'œuf des mammifères; c'est celle qui, pendant toute la durée de la gestation, se trouve immédiatement en contact avec la surface utérine.

Au premier âge de l'œuf, à l'époque où l'œuf humain n'a encore que quelques millimètres de diamètre, la surface du chorion, en apparence lisse, est pourtant légèrement mamelonnée; et si on pouvait alors l'observer par réfraction, on la trouverait, sous le rapport de sa structure anatomique, entièrement analogue à la coque de certains pollens (1410) (pl. 10, fig. 19), au test de l'œuf des spongilles et de celui de l'alcyonelle (*); c'est-à-dire qu'on trouverait le chorion parsemé de globules diaphanes, qui s'y montreraient enchâssés en quinconce et dans l'ordre spiralé (1563); il serait identique, enfin, avec le chorion de l'œuf de la truie, à quelque âge qu'on l'observe (pl. 12, fig. 6). Peu à peu, et à mesure que les rapports d'aspiration s'établissent entre la surface utérine et celle de l'œuf humain, chacun de ces petits globes incrustés dans la substance de l'enveloppe, fait saillie au dehors, comme un poil qui germe (1860); et bientôt le chorion se trouve hérissé d'un duvet comme tomenteux, qui produit le plus joli effet, quand on dépose l'œuf dans une couche d'eau, pour permettre à ces flocons de s'étaler librement dans le liquide. D'abord simples et n'offrant pas la moindre ramification, mais s'en-

(*) Pl, 21, fig. 3 et 4 de notre mémoire sur les *spongilles*, et pl. 15, fig. 5 de notre mémoire sur *l'alcyonelle*. (*Mémoires de la Soc. d'hist. nat.*, tome IV. 1827.)

flant au sommet, comme en une ampoule, et analogues à l'une des extrémités (*b*) du rameau représenté par la fig. 2, pl. 12, on les voit se munir, sur un point quelconque de leur surface, de petits tubercules semblables à celui dont ils sont le développement; et chacun de ces petits tubercules s'allonge en ramuscule, pour se ramifier à son tour, et cela d'une manière indéfinie. La fig. 2, pl. 12, en représente une sommité prise sur un petit œuf humain pondu avant terme, et qui avait à peine trois centimètres de diamètre; il était conservé dans l'alcool; nous l'avons dessiné avec une exactitude scrupuleuse, et à la lampe, au grossissement de 100 diamètres (*).

2002. Il s'agissait, à cette époque, de décider si les *fibrilles* du chorion étaient des organes vasculaires ou un duvet sans emploi. Les anatomistes étaient partagés entre ces deux opinions, et ils prenaient parti, à la manière d'alors, en raisonnant à l'œil nu, sur des objets qu'on ne peut distinguer qu'à une forte loupe. C'est au moyen d'une investigation aussi superficielle, que l'un soutenait avoir vu ces petits organes munis d'un vaisseau, et que l'autre soutenait au contraire que c'étaient des corps non vasculaires. Et la querelle aurait duré encore long-temps sur ce pied, faute de preuves démonstratives, et surtout parce que les uns et les autres avaient également raison, qu'ils avaient réellement vu ce qu'ils avançaient, mais qu'ils l'avaient vu à une époque différente les uns des autres; ils n'avaient tort qu'en généralisant des observations, qu'ils n'avaient faites qu'à une seule époque de la vie fœtale. Ceux qui soutenaient que les fibrilles du chorion n'étaient jamais vasculaires, que c'étaient tout simplement des organes caducs, et dont l'œuf ne tardait pas à se dépouiller, et de ce nombre était Velpeau, étaient dans l'erreur; car tous ces flocons ne sont pas caducs, et un assez grand nombre

(*) Mémoire sur les *fibrilles du chorion* inséré dans le *Répertoire général d'anatomie*, tom. V. 1827.

d'entre eux persistent et deviennent vasculaires. Ceux qui soutenaient que ces organes étaient vasculaires dès le principe, avaient tort, en ce qu'ils n'avaient eu occasion de les observer que bien tard, et qu'ils ne se doutaient pas à quel ordre d'organe appartenaient les fibrilles vasculaires qui étaient tombées sous leur observation ; ils n'en auraient pas cru leurs yeux, s'ils en avaient été avertis d'avance. La plupart des polémiques ne durent si long-temps, que parce que les deux adversaires se croient placés sur le même terrain, alors qu'ils se trouvent réellement à des grandes distances l'un de l'autre.

2003. A l'époque à laquelle nous avons dessiné les fibrilles du chorion qui couvrent les planches 11 et 12, on observe sur tous les œufs humains une lacune plus ou moins grande dépouillée de fibrilles, et comme frappée de calvitie. Les fibrilles sont d'un beau blanc par réflexion ; mais, observées au microscope par réfraction, elles réfractent la lumière en jaunâtre. En outre, l'échantillon que j'avais sous les yeux offrait, comme incrustés dans sa substance, des myriades de globules de même diamètre, dont j'ai imité, aussi bien qu'il m'a été possible, et le diamètre et la disposition. On ne retrouverait rien de semblable sur les fibrilles d'un œuf fraîchement pondu ; car nos globules n'étaient que des gouttelettes d'huile déposée sur leur surface, par l'évaporation de l'alcool, dans lequel cet œuf avait été conservé. Le tronc de la fibrille, amputé en (*a*, fig. 2, pl. 12), se subdivise en rameaux toujours grêles à la base, qui s'enflent au milieu, s'étranglent souvent un peu au-dessous de leurs extrémités, qui s'arrondissent en grosses papilles ou en forme de massues (*b*). Chacun de ces rameaux donne naissance à des tubercules (*c*) enflés vers le milieu, et terminés à leur tour en massue : ce sont les rudiments de nouveaux rameaux, qui se subdiviseront comme les autres en se développant. La fig. 3, pl. 11, représente l'insertion (*c*) de l'un de ces troncs de premier ordre (*a*) sur la surface externe (*b*) du chorion. La fig. 1, pl. 11, représente, vues également par réfraction, les insertions (*b*)

des rameaux secondaires (*a*), dans l'intérieur même de la substance des troncs principaux (*a*), dont la partie corticale (*c*) a été exprès déchirée, pour rendre le phénomène plus perceptible au moyen des deux réfractions.

2004. A cette époque, il est évident que nulle vascularité n'existe dans ces organes, et qu'aucun genre d'injection ne saurait parcourir l'intérieur de ces embranchements, et arriver d'un rameau à un autre; car les membranes traversées par un réseau vasculaire n'offrent jamais et ne sauraient offrir une organisation analogue; on n'y trouve point de pareils étranglements, de semblables tubérosités; les vaisseaux diminuent insensiblement de calibre, à mesure qu'ils s'approchent du sommet; et il s'agrandissent à mesure qu'on redescend de leur sommité à la base d'où ils partent. La branchie du protée, *fig.* 2, *pl.* 11, offre éminemment cette différence caractéristique des tissus vasculaires. On y distingue un vaste réseau dessiné en noir par la coagulation du sang. Rien de semblable ne s'offre sur la *fig.* 1; ou plutôt on y observe une organisation toute contraire. Enfin j'ai obtenu des tranches transversales du tronc de ces fibrilles; la *fig.* 3, *pl.* 12, en représente une observée à un grossissement de 100 diamètres; il suffit d'en voir le dessin pour repousser toute idée d'une vascularité quelconque; les seuls accidents qu'on y rencontre (*a*) sont les traces de l'insertion des rameaux sur la substance du tronc, dont la portion corticale s'observe en (*b*).

2005. Lorsqu'on laisse sécher l'un de ces organes sur le porte-objet du microscope, on est exposé à être dupe d'une illusion qui porterait à les considérer comme vasculaires; car il arrive fréquemment qu'il se forme sur leur surface comme des petits canaux qui imitent un vaisseau; la *fig.* 4, *pl.* 12, en représente un dans cet état. Mais ces prétendus canaux sont l'œuvre des bulles d'air, courant de proche en proche, emprisonnées par la membrane qui s'attache à la lame du verre, la soulevant en bosselures ou en canaux; en effet, en recouvrant cette membrane d'une nappe d'eau, et en prome

nant la pointe d'une aiguille sur le dos de ces faux vaisseaux, on arrive à chasser l'air sous forme d'une bulle (577), et la membrane reprend sa primitive simplicité.

2006. Enfin ces troncs vasculaires sont susceptibles de se désemboîter, comme tout autant de couches qui se recouvrent les unes les autres. La fig. 1, pl. 12, en représente un tronçon, sur lequel j'ai enlevé d'abord une couche corticale (*a*) qui se détache en ruban (*b*), et laisse à nu un emboîtement plus transparent (*c*), dans le milieu duquel on en voit un autre (*d*), qui se révèle par une ombre longitudinale, à travers la transparence de l'emboîtement médian (*c*). A cette époque, les fibrilles du chorion ne sont donc nullement vasculaires; et toutes celles qui conservent cette organisation ne tardent pas tomber, à se détacher de la surface du chorion, comme un feutre de même convexité que lui, comme une *caduque* enfin, pour employer une expression fort usitée de la controverse. La portion de surface du chorion, qui auparavant était ornée de ce duvet, est dès lors dénudée et comme frappée de calvitie.

2007. Mais la nature n'a pas organisé si largement et développé ces petites végétations sur une aussi grande échelle, pour qu'elles ne servent à rien qu'à l'amusement de l'observateur; la nature ne perd pas son temps à faire des riens, et il est constant que tout organe doit avoir sa destination. Ces organes sont des organes d'aspiration, des appendices d'une branchie, par laquelle le fœtus doit aspirer et se nourrir, des suçoirs (1634) qui cherchent à s'implanter sur une surface nourricière, et à y fixer l'animal embryonnaire; en un mot, idée à laquelle les anatomistes n'avaient jamais songé, ces fibrilles sont destinées à former, par leur développement indéfini, le *placenta* fœtal.

2008. En effet, dès que l'une de ces fibrilles se trouve en contact avec la portion de la surface de l'*utérus*, qu'elle s'y est appliquée en vertu d'une aspiration réciproque, dès ce moment, une révolution s'opère dans la structure de la fibrille; elle va devenir organe vasculaire, car elle va remplir

une longue fonction. On trouve dès lors chaque rameau (pl. 13, fig. 3) canaliculé dans son centre, à mesure qu'il multiplie ses rameaux; il se feutre par suite de son développement indéfini, et il présente dans le sens de sa longueur une ligne noire (*b*), qui dénote ou un vaisseau ou la séparation de deux vaisseaux, l'un afférent et l'autre déférent, et qui aboutit jusque dans le voisinage de l'extrémité implantée (*c'*); les autres extrémités (*c*) non encore implantées sur la surface utérine, conservant leurs anciennes formes et leur structure tuberculeuse non vasculaire. Ces lignes noires passent d'un ramuscule dans un rameau, et de celui-ci dans le rameau suivant, en sorte que, dans un tronc quelconque (*a*), on trouve autant de ces lignes noires que le tronc reçoit à la fois de rameaux différents, et toutes ces lignes viennent se perdre ensuite dans un canal commun qui pénètre dans le chorion. A cette époque, si on injecte le chorion par le canal ombilical, l'injection colorée parvient jusqu'auprès des dernières extrémités des fibrilles du chorion, mais chaque ramuscule n'offre alors qu'un seul canal injecté, ce que nous avons très bien observé sur une masse de fibrilles du placenta fœtal de la brebis, que Breschet avait eu la complaisance de nous faire injecter pour cette étude. Le fait pourtant ne serait pas une preuve à nos yeux que la fibrille soit traversée par un seul canal; il est en effet probable, par son analogie avec une branchie, que chaque ramuscule possède un canal afférent et un canal déférent, et que, si l'injection n'en dénote qu'un seul, c'est qu'elle ne saurait passer de l'un dans l'autre, vu qu'elle n'a été faite que par un seul vaisseau. Il est probable que si l'on injectait à la fois une veine et une artère du cordon ombilical, les deux vaisseaux de la fibrille se dessineraient par deux colorations différentes. Il serait possible pourtant que le canal fût unique, et que la fibrille ne fût chargée que d'aspirer les sucs nutritifs de la surface de la matrice, fonction qui n'exigerait qu'un seul canal, et non d'apporter le sang à l'hématose et à l'oxigénation.

fonction qui exigerait un canal afférent et un canal déférent. Quoi qu'il en soit, à cette époque, les fibrilles du chorion sont devenues vasculaires et susceptibles de donner issue aux injections colorées.

2009. PLACENTAS FOETAL ET UTÉRIN. — Chez le fœtus humain, dès qu'une sommité vasculaire (*c'*, pl. 13, fig. 3) s'est abouchée avec la surface utérine, qu'elle s'y est appliquée à la manière des suçoirs, une autre sommité ramusculaire (*c*) du même tronc tend à devenir vasculaire à son tour, et à s'appliquer à son tour sur la surface utérine, en se ramifiant et en donnant naissance à de nouveaux tubercules, et cela dans une progression qui ne cesse qu'avec la vie fœtale; développement qui ne saurait avoir lieu, sans que les ramuscules s'entrelacent entre eux, se feutrent d'une manière inextricable; et ce feutre prend de jour en jour des dimensions et une consistance telles, que les anatomistes n'y ont vu, chez le fœtus humain, qu'un gâteau (*placenta*), qu'une excroissance implantée sur le chorion, pénétrée d'anfractuosités nombreuses, recouverte *d'une lamelle mince, et se continuant par sa circonférence et une partie de sa face utérine avec la membrane caduque repliée* (*), organe sur lequel nous nous expliquerons plus bas. Les anatomistes, en effet, ne l'ont étudiée qu'à la vue simple et sur le délivre des fœtus plus ou moins âgés; aussi les voit-on tomber dans les dissidences les plus grandes, quant à la description des détails.

2010. Le placenta humain n'est que l'agglomération feutrée des fibrilles du chorion, qui sont devenues vasculaires en s'appliquant sur la surface utérine; toutes celles à qui ce privilége a été refusé sont tombées avec la forme que nous leur avons reconnue dans le jeune âge (pl. 12, fig. 2) (2003); et il est très probable que la plupart des anatomistes ont vu une membrane caduque, dans ce feutre détaché du chorion, mais non encore expulsé hors de l'utérus.

(*) Velpeau, *Ovologie humaine*, p. 63 et 65. 1833.

2011. Ces faits admis comme démontrés par l'observation directe, il serait impossible de ne pas reconnaître que la surface utérine et la sommité papillaire de ces ramuscules sont douées d'une mutuelle aspiration, qu'elles s'attirent l'une et l'autre, ou au moins que la sommité fibrillaire attirée sur la surface utérine, en aspirant les sucs ou les gaz qui en émanent, s'y colle et s'y implante par ce seul mécanisme, comme le ferait le suçoir des céphalopodes (1634); et elle y reste implantée tant que la surface utérine fournit des matériaux à cette aspiration. Or, cherchons à nous tracer d'une manière graphique la marche de ce phénomène, et ses conséquences immédiates. Soit la sommité B, fig. 8, pl. 11, une sommité d'une fibrille du chorion animée tout-à-coup de la faculté d'aspirer, et revêtue des fonctions d'une branchie. L'uniformité de sa surface qui n'offre pas le moindre accident, indique assez que cette fonction n'est pas affectée à une portion plutôt qu'à une autre, mais qu'elle est inhérente à toute la périphérie. Or, l'aspiration est comme l'attraction, elle agit et augmente en proportion du carré de la distance. La portion (*a*) de la fibrille B viendra donc s'appliquer sur la portion (*aa*) de la surface utérine A, et mettra par conséquent la portion (*b*) de la fibrille en rapport éloigné avec la portion (*bb*) de l'utérus. La membrane de celui-ci, attirée ainsi des deux côtés et par une action lente et constante, viendra peu à peu s'appliquer sur la circonférence (*ab*) de la fibrille, dont la sommité se trouvera logée de cette manière dans une espèce de cavité. Par un effet de la même cause, la surface comprise entre *cc*A viendra s'appliquer sur les portions *c* correspondantes de la fibrille B; et ce mécanisme continuant entre toutes les portions marquées des mêmes lettres sur la surface A et la surface B, la cavité utérine aura augmentée de profondeur dans la proportion de *a* : *h*. Si l'on venait alors à retirer la fibrille avec un certain effort, et que la vie ne fût plus là pour la tenir accolée sur la surface utérine, elle en sortirait comme un doigt sort du gant, et la surface de l'uté-

rus serait marquée d'un alvéole. Or, remarquez que cette expérience aurait lieu sur des objets microscopiques, et que partant elle serait invisible à l'œil nu; c'est pour cela que le fait a échappé aux anatomistes.

2012. Mais cette disposition devient visible à l'œil nu sur les placentas des animaux d'une autre espèce, sur les placentas des ruminants, par exemple. Soit, en effet, un des placentas de la vache (fig. 1, pl. 13). Les fibrilles du chorion (fig. 2, *fl*) en sont épaisses et larges à leur base et bordées çà et là de prolongements ramifiés, rougis par la circulation sanguine. Tous les petits vaisseaux qu'on y distingue presque à l'œil nu viennent se décharger dans le vaisseau (*v*) correspondant du chorion, qui lui-même vient aboutir au cordon ombilical. Or, si l'on cherche à séparer doucement le placenta utérin (*u*, fig. 1) du placenta fœtal (*f*), on voit distinctement chacun de ces petits flocons (*fl*) sortir d'une cavité correspondante de la surface utérine, exactement comme une main sortirait d'un gant; et si l'on a soin de tenir béante l'anfractuosité utérine (*e*) qui logeait cette houppe de fibrilles, on distinguera clairement qu'elle est à son tour la contre-empreinte ramifiée de tous ses plus petits ramuscules; elle offre la plus grande analogie avec l'un des entonnoirs ramifiés qu'on observe sur l'ouverture de nos plus grandes ammonites (1821).

2013. On observe la même structure sur l'un quelconque des placentas de la brebis (fig. 4 et 5, pl. 13).

2014. Deux tissus étrangers ne sauraient s'appliquer l'un contre l'autre, se pénétrer de la sorte, s'aspirer enfin mutuellement, sans occasionner, sur toutes les surfaces qui les supportent ou qui les environnent, un développement proportionnel; pour le transport des produits d'une aussi active élaboration, il faut que les vaisseaux se dilatent; et de pareils produits ne sauraient manquer, avant d'arriver à l'embryon, de profiter aux surfaces qu'ils traversent. Aussi remarque-t-on que la surface utérine acquiert une épaisseur et des caractères

nouveaux, là où s'appliquent les fibrilles vasculaires qui forment le feutre du placenta fœtal; et d'un autre côté on voit la portion du chorion, sur laquelle sont implantées les fibrilles, s'enrichir de vaisseaux et acquérir une épaisseur et une consistance pour ainsi dire tendineuse (1800), qui semblerait en faire un organe circulaire distinct du reste de la périphérie du chorion. C'est à cette surface épaissie du chorion humain que s'appliquerait d'une manière moins équivoque l'expression de *placenta fœtal*, le *placenta fœtal* des anatomistes n'étant qu'un appendice de celui-là, qu'un feutre de fibrilles aspirantes. Le *placenta utérin* est l'empreinte dont les *fibrilles placentaires* du chorion sont le relief; ce sont deux accidents de surface, déterminés sur un point plutôt que sur un autre par la rencontre de deux aspirations. Le *placenta utérin* s'efface après le part, et son tissu, se dépouillant peu à peu de sa vascularité insolite, finit par se confondre, sous le rapport de l'aspect extérieur et de la structure intime, avec la substance du reste de l'*utérus*. Le *placenta fœtal* n'est point un organe passager, c'est un organe caduc, et qui ne survit pas à l'existence fœtale.

2015. L'œuf humain n'offre à l'œil nu qu'un *placenta fœtal* unique implanté sur un seul *placenta utérin*. Mais cette unité n'est qu'apparente; car elle est la somme de toutes les unités ramifiées que nous avons désignées sous le nom de fibrilles du chorion; et chacune de ces fibrilles peut être considérée comme étant un *placenta* isolé. Chacune d'elles, en effet, émane du chorion, et se développe en ramifications indéfinies; chacune d'elles s'abouche avec un vaisseau venu du cordon ombilical; et si, au lieu de se multiplier et de se feutrer d'une manière aussi compacte, ces fibrilles ne s'étaient développées en organes aspirants, qu'à des distances susceptibles d'être mesurées sans le secours du microscope, il est incontestable que chacune d'elles eût été comptée comme un *placenta fœtal;* l'œuf humain aurait alors offert l'analogie la moins récusable avec l'œuf des ruminants; la surface du cho-

rion et la surface utérine auraient été ornées de tout autant d'excroissances placentaires, de tout autant de *cotylédons*.

2016. Cette disposition est très saillante sur l'œuf de la vache et sur celui de la brebis. De distance en distance, on rencontre, sur la surface du chorion de ces animaux, de petits boutons, par lesquels la surface de l'utérus s'abouche presque d'une manière intime avec la surface du chorion. La fig. 5, pl. 13, représente un de ces boutons qui appartient moitié à l'utérus (*pc, u*) et moitié au chorion (*pc,f*). Il serait difficile de distinguer ce qui appartient à l'un de ces deux organes et ce qui appartient à l'autre, tant ils font corps ensemble et présentent la même coloration; mais il suffit de tirer l'utérus dans un sens et le chorion dans l'autre, pour séparer les deux placentas, comme nous l'avons dit ci-dessus à l'égard des placentas de la vache (fig. 1). La fig. 4 représente ce bouton fendu par le milieu, après qu'on eut injecté en bleu le système vasculaire (*v*) de la brebis (*pc, u*), et en vermillon le système vasculaire du chorion (*pc, f*). Les extrémités fibrillaires se dessinent, comme un arc de cercle tatoué de petites arborisations couleur de rouille, qui tracent à l'œil la ligne de démarcation du *placenta fœtal* (*pc, f*) et du *placenta utérin* (*pc, u*). Tous ces petits boutons (fig. 5) sont donc tout autant de *placentas* analogues entre eux et analogues chacun au *placenta humain*. S'ils s'étaient développés plus rapprochés les uns des autres, et de telle sorte que l'œil de l'observateur n'en eût pas aperçu la séparation et la distance, l'utérus de la brebis et de la vache n'auraient eu qu'un seul placenta. Chez la brebis et chez la vache, ces placentas sont distribués en quinconce et d'après la disposition spiralaire; comme chacun d'eux s'abouche avec un vaisseau émané du cordon ombilical, il s'ensuit que le réseau vasculaire, qui semble se restreindre, chez l'œuf humain, à la surface immédiatement appliquée sur l'utérus, s'étend au contraire sur toute la surface du chorion de la vache et de la brebis.

2017. Les fibrilles du chorion, qui ne se sont développées

n organes vasculaires, chez l'œuf humain, que sur une éten-
ue circulaire dont le cordon ombilical serait le centre, se
ont développées au contraire, chez l'œuf du chien, sur une
tendue que nous pourrions comparer à la zone torride d'une
phère armillaire, c'est-à-dire sur une bande assez large qui
orme un anneau complet autour de l'œuf, et qui occupe
nviron le tiers médian de la surface totale.

2018. Mais pour qu'une fibrille du chorion soit en état de
uffire à ses fonctions de branchie, il n'est pas nécessaire
u'elle acquière, dans tous les cas, un développement rameux
uelconque ; et puisque chacun des rameaux de la fibrille que
ous venons d'étudier n'aspire que par sa sommité papillaire,
est rationnel de penser qu'elle aspirerait tout de même, si
ès le principe de sa métamorphose vasculaire, elle était res-
ée à la forme papillaire par laquelle elle s'est manifestée au
ehors ; et c'est ce qui est arrivé chez l'œuf de la truie, dont
chorion est parsemé de milliers de ces organes rudimentai-
es, qui font à peine saillie au dehors, qui ne se distinguent
ue comme des astéroïdes répandues en quinconce sur un
ond bleu, comme des taches arrondies de un ou deux milli-
mètres de diamètre, et distantes entre elles de la longueur de
eur diamètre ; la fig. 6, pl. 12, en offre une vue au micro-
cope. Elle a l'air d'un globe immense enchâssé dans une sub-
ance réticulée, que traversent çà et là des vaisseaux qui
ont rendus visibles ici par une injection rouge. La substance
éticulée est celle du chorion. Le globe est la papille aspi-
ante réduite à sa plus grande simplicité, et qui s'abouche
n dessous avec un rameau du réseau vasculaire. Le chorion
e l'œuf de la truie n'offre pas d'autre éminence placentaire ;
t sa surface s'applique exactement et sans aucun accident
e structure sur celle de l'utérus.

2019. L'étude chimique du chorion et de ses appendices
lacentaires, n'offrirait pas d'autres caractères que les tissus
asculaires de tout autre organe de l'œuf ; et, si jamais l'a-
alyse est dans le cas de surprendre quelques différences ca-

ractéristiques dans les produits du chorion, il est probable que cette différence se retrouvera également dans les tissus pulmonaires et branchiaux.

2020. Lorsqu'on détache violemment le placenta circulaire du chien, de la surface de l'*utérus*, il s'en échappe un liquide vert bleuâtre, épais, analogue au pigment de la peau des grenouilles. Si l'on cherche à reconnaître la région qui donne lieu à cette hémorrhagie, on découvre que sur sa surface interne, la zone placentaire est divisée, perpendiculairement à ses bords, en cinq compartiments alternativement verts bleuâtres et purpurins, en trois compartiments de la première couleur et en deux de la seconde. Le liquide qui s'écoule vient évidemment des trois premiers; on dirait que ceux-ci sont exclusivement consacrés à la circulation veineuse, et n'apportent à la surface utérine que du sang veineux, et que les deux autres sont exclusivement affectés à la circulation artérielle, et à rapporter au fœtus le sang hématosé par le contact des deux placentas utérin et fœtal. La surface interne des uns et des autres est pour ainsi dire gaufrée et marquée en relief, par de grosses anastomoses comme tendineuses, et par le réseau des vaisseaux sanguins, qui convergent tous vers le cordon ombilical.

J'ai soumis le liquide verdâtre à quelques essais chimiques, dans le but d'en découvrir l'analogie par sa nature intime.

L'ammoniaque le dissout pour ainsi dire, et s'en colore en vert bleuâtre. L'alcool à froid s'en colore à son tour; mais nullement l'éther sulfurique qui ne le tient pas même un instant en suspension, après qu'on l'y a agité assez fortement. L'eau le tient en suspension et le laisse ensuite déposer avec lenteur; mais trois jours après, au mois de décembre, il s'y est manifesté une odeur de décomposition, quoique le liquide ne fût ni acide ni alcalin; au microscope on n'y observe que des grumeaux coagulés et colorés ou opaques, selon leur épaisseur, épars dans un liquide incolore.

Cette matière enlevée avec la lame d'un scalpel, et aban-

donnée à la dessiccation spontanée dans un verre de montre, n'a pas changé de coloration, elle n'en est devenue qu'un peu terne. Incinérée dans une cuiller de platine, elle s'est enflammée en pétillant et décrépitant, comme le fait l'albumine de l'œuf; elle s'est boursouflée ensuite jusqu'à acquérir un volume considérable, et a fini par laisser des cendres fortement colorées en rouge; j'ai jeté ces cendres dans l'eau distillée, qui dès ce moment a donné des traces d'acidité, et elles ont bleui d'une manière très prononcée par le prussiate ferruré de potasse aiguisé d'acide nitrique. L'eau pure n'enlevait rien aux cendres, qui donnât le moindre louche appréciable par la réaction de l'ammoniaque, de l'oxalate d'ammoniaque, du nitrate d'argent, de l'acétate de baryte. Dissoutes dans l'acide nitrique étendu, elles n'ont pas réagi davantage. Mais le prussiate ferruré de potasse a bleui le liquide d'une manière plus intense.

2021. La coloration de la matière vert bleuâtre du placenta du chien a donc pour base le fer à un état de combinaison quelconque. L'albumine domine dans le liquide ci dessus, et elle se coagule en grumeaux, au sortir des vaisseaux dans lesquels le liquide circule. Le phosphate d'ammoniaque se décèle par l'acidité des cendres; et ici les sels calcaires n'ont pas été assez abondants pour saturer l'acide du phosphate décomposé par le feu. Ce liquide, ainsi que nous l'avions prévu plus haut, n'est autre que le sang veineux, si je puis m'exprimer ainsi, de la surface placentaire, qui va successivement s'hématoser et rougir, en se mettant en contact avec la surface de l'utérus.

2022. Vésicule de l'amnios. — Avant d'atteindre l'embryon emprisonné par la vésicule externe que nous venons d'étudier, par le chorion, on rencontre une vésicule plus interne, aussi complète que le chorion qu'elle tapisse, aussi imperforée que lui; c'est la vésicule de l'amnios que l'anatomie, attachant moins d'importance à la forme vésiculaire de

l'organe, qu'à la structure intime du tissu, désignait sous le nom de membrane de l'amnios. La vésicule de l'amnios est insérée par une portion de sa surface sur la surface interne du chorion; elle fait corps avec lui, et c'est par ce point d'insertion que le cordon ombilical de l'embryon distribue ses vaisseaux dans la substance du chorion même. Pour se rendre compte de ces rapports, soit une coupe diamétrale d'un œuf humain (fig. 7, pl. 11); le cerce (*ad*) étant le trait du *chorion*, (*b*) sera le trait de la vésicule *amnios*, qui vient avec le cordon ombilical de l'embryon s'insérer sur le chorion sous le point (*e*), par lequel le chorion lui-même s'insère sur la surface utérine (*cc*).

2023. La vésicule de l'amnios, épaisse et albumineuse dans les premiers jours de la conception, devient avec le temps mince, transparente et pelliculeuse; aucun vaisseau sanguin ne se distribue dans son épaisseur. Mais ce n'est pas à dire pour cela qu'elle ne soit nullement vasculaire; en effet, si on observe à un grossissement de 100 diamètres seulement la membrane de l'amnios de la truie, on la trouve composée de cellules accolées les unes contre les autres, aplaties par épuisement, marquées au centre par un petit point noir; enfin, ce tissu a toute la structure du tissu caduc des parois buccales (1906) (pl. 11, fig. 6, *a*), ou mieux de l'épiderme de certaines feuilles végétales. A un grossissement de 500 ou mieux de 1000 fois, la structure de ce tissu présente un réseau de mailles vasculaires hexagonales, de canaux circulant autour de cellules hexagonales aplaties, et chacune de ces cellules offre comme un *pore cortical* enchâssé dans son aire. La membrane de la vésicule amnios est donc organisée, comme la théorie l'indiquait d'avance, et partant vasculaire; mais le liquide qui circule dans le réseau de sa vascularité est blanc, au lieu d'être rouge, et n'émane pas immédiatement du réseau vasculaire, que l'on désigne plus spécialement sous le nom de sanguin.

2024. Nous avons fait observer que telle n'est pas la

structure intime de la membrane amnios à tous les âges; il serait contradictoire dans les termes, d'admettre qu'un organe qui grandit et se développe conserve le même aspect. Au premier âge elle est épaisse, et enveloppe l'embryon, en s'appliquant immédiatement sur sa surface, et se moulant sur toutes les saillies de son corps. Mais à l'époque où les deux placentas se sont abouchés, on voit la vésicule amnios amincir progressivement ses parois, et se remplir d'un liquide, qu'on désigne sous le nom d'*amniotique*; c'est ce liquide qui s'écoule sous le nom des *eaux*, à l'instant de la parturition.

2025. Les *eaux de l'amnios* ont été analysées par un assez grand nombre de chimistes; et de tous leurs résultats il est logique de conclure que les eaux amniotiques ne sont qu'une dissolution d'albumine.

D'après Vauquelin, l'eau de l'amnios de la femme ne contiendrait que 1,2 pour 100 de substances dissoutes. D'après Bostock, ce résidu s'élèverait à 1,66 pour 100. D'après Frommherz et Gugert, au contraire, le résidu de l'évaporation serait de 3 pour 100; et tout chimiste qui les analysera de nouveau obtiendra un chiffre différent, à moins qu'il ne les observe juste à la même époque qu'un autre; car la proportion de la partie aqueuse augmente, et celle de l'albumine dissoute diminue avec l'âge du fœtus. D'après les chimistes, l'eau de l'amnios est jaune et trouble, car ils n'ont observé l'amnios qu'après l'expulsion de l'œuf; mais il n'en est pas de même, lorsque l'œuf est attaché en parasite sur la surface utérine. Nous avons eu l'occasion de l'examiner, à travers les parois transparentes de l'utérus d'une chienne vivante dont le ventre était ouvert, et nous lui avons reconnu la couleur bleuâtre et limpide des solutions albumineuses dans leur état de vie et d'intégrité; l'eau de l'amnios nous semblait, sous le rapport de la couleur, analogue à l'albumine de l'œuf de canne. Le papier de tournesol rougi et celui de curcum (54) l'indiquent fortement alcaline; elle se coagule par l'ébullition et par l'alcool; elle précipite abondamment par les

acides nitrique et hydrochlorique, par la potasse, faiblement par l'acide acétique. Par le chlorure de mercure, le précipité devient d'un beau rouge au bout de quelques minutes ; par la noix de galles, le précipité est abondant et d'un jaune clair. Par la distillation, on en retire du carbonate et un peu d'hydrosulfate d'ammoniaque. Le précipité par la potasse est un composé de phosphate et de carbonate calcaire combiné à une matière animale. Frommherz et Gugert disent y avoir trouvé une matière salivaire, sans doute parce qu'ils ont pensé que l'embryon crachait dans le liquide ; puis de l'acide benzoïque et de l'urée, découverte qui prouverait que l'embryon humain urine dans la capacité de l'amnios. Mais la première assertion est une hypothèse, et peut-être la seconde est une erreur. Il serait possible que l'urée et l'acide benzoïque des auteurs ne fussent que des produits illusoires de l'opération. Au reste, on rencontrerait ces résultats à presque tous les âges de la vie fœtale ; or il est une de ces époques où l'embryon n'offre pas une seule perforation sur sa périphérie, et où il est enveloppé d'une membrane générale et épidermique sans la moindre solution de continuité; il est partant une époque à laquelle, avec la meilleure volonté du monde, l'embryon ne saurait ni expectorer, ni saliver, ni rendre des selles, ni uriner.

2026. Proust, Vauquelin et Buniva, Dulong et Labillardière, Dzondi, ont analysé les eaux de l'amnios de la vache; mais leurs résultats sont, sur ce point, encore plus divergents que ci-dessus. D'après Proust, l'eau de l'amnios de la vache, dans les premiers temps de la gestation, se compose de 97,70 eau, 0,26 albumine, 1,66 de lactate et de matière extractiforme solubles dans l'alcool, 0,38 de sucre de lait, de sels et de matière extractive soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool. D'après Vauquelin et Buniva, l'eau de l'amnios de la vache, loin d'être alcaline, comme chez la femme, rougit au contraire le tournesol et contient un acide particulier, l'acide *allantoïque*. Mais Dulong et Labillardière, Dzondi, et après

eux Lassaigne, ont obtenu des résultats contradictoires; ils ont trouvé que l'eau de l'amnios était analogue à celle de la femme, que l'eau de l'allantoïde était analogue à l'urine; et Dzondi a démontré que l'acide amniotique signalé par Vauquelin ne se trouve que dans le liquide allantoïque; et que, par conséquent, Vauquelin aura fait à son insu l'analyse d'un mélange des eaux des deux cavités. Quant à la pesanteur spécifique de ce liquide, elle variera, ainsi que nous l'avons fait observer à l'égard du résidu, en raison de l'âge du fœtus.

En définitive, ces analyses n'indiquent aucun caractère chimique qui distingue le liquide de l'amnios de tout autre liquide renfermé dans une séreuse. Mais, au lieu d'attacher une si grande importance aux résultats désorganisateurs de l'analyse chimique, demandons aux phénomènes de la vie, des renseignements capables de nous conduire, sinon à la solution complète du problème, du moins à la position philosophique de la question. L'embryon croît et se développe dans le sein de cette membrane, d'après le mécanisme qui continuera à présider à son accroissement pendant sa vie adulte (1900). Le canal alimentaire étant imperforé, tout aussi bien que le canal urinaire dans la première époque, l'eau de l'amnios ne saurait rien contenir d'analogue aux fèces et à l'urine. Mais l'accroissement ayant lieu du dedans au dehors du fœtus, et les membranes externes, l'épiderme et le derme, se détachant à mesure qu'une nouvelle couche vient les déplacer et les repousser au dehors, il est évident que l'eau ambiante doit s'enrichir de jour en jour du produit de cette excoriation incessante. Il n'est pas rare de rencontrer des fœtus humains ou autres espèces, dont l'épiderme et le derme se détachent comme une vésicule, dans laquelle l'embryon jouerait librement, ou qui s'appliquent encore comme une tunique sur son corps. C'est sur une membrane semblable que nous avons pris la fig. 7, pl. 13 (*). Ce tissu humecté par le liquide am-

(*) La définition de l'épiderme ne saurait paraître plus défectueuse que

biant n'est rien moins que comparable à l'épiderme de l'adulte; ce n'est point un tissu albumineux desséché, et il a une plus grande tendance que l'épiderme de l'adulte à se dissoudre dans l'eau aiguisée ou alcalisée par un réactif. Or, l'eau de l'amnios étant alcaline, indique suffisamment que ce tissu, dont se dépouille fragment par fragment le fœtus, ne doit pas tarder d'abord à se désagréger, et ensuite à se dissoudre, pour augmenter la masse d'albumine qui s'y trouve déjà en dissolution.

2027. A l'époque où l'animal s'approche des portes de la vie adulte, le derme se fend aux deux extrémités du canal intestinal, sur les voies urinaires, sur les oreilles, le nez, les yeux. Mais le fœtus ne vivant alors que par aspiration et s'assimilant tout ce qu'il aspire, ne saurait rendre au dehors rien qui ressemble au résidu de notre digestion, aux fèces de l'adulte ; et d'un sang élaboré par une nutrition, pour ainsi dire, aérienne, les reins ne doivent rien extraire qui ressemble tant à l'urine de l'enfant plus âgé. En sorte que l'amnios ne doit renfermer que de l'albumine avec tous les sels terreux qui la caractérisent, et les produits ammoniacaux de la transsudation, produits si riches en hydrochlorate et en acétate d'ammoniaque.

2028. Allantoïde. — A l'extrémité du cordon ombilical (*e*, fig. 7, pl. 11), et dans la substance du chorion même, se développe, chez certaines espèces d'animaux, telles que les ruminants, le chien, le cheval, etc., une cavité remplie d'un liquide spécial qui offre la plus grande analogie chimique avec l'urine du fœtus. Cette cavité communique avec la vessie au

lorsqu'on l'étudie à l'âge fœtal; car il se détache avec une épaisseur qui ne permet pas de le considérer comme une membrane simple; sur la figure 7, pl. 13, on distingue deux feuillets, dont l'un (*b*), le plus externe, est pour ainsi dire l'épiderme de l'autre (*a*), lequel est épais et marqué de globules, qui indiquent peut-être la place où se seraient développés les poils (1860). Chez le poulet, l'épiderme est cellulaire.

moyen d'un canal qui traverse le cordon ombilical, et qui prend le nom d'*ouraque*. Cette cavité n'est point, comme la cavité amniotique, revêtue d'une membrane libre sur la plus grande partie de sa circonférence ; elle n'est pas une vésicule proprement dite et indépendante de la vésicule ambiante ; c'est une cavité que le liquide émané de la vessie est venu se pratiquer dans la substance même du chorion, dans la région placentaire, et que l'on doit invariablement trouver, quand elle existe, entre la surface interne de l'amnios et la surface externe du chorion, et à l'extrémité d'une droite qui passerait par le cordon ombilical, et dont l'embryon formerait l'autre extrémité; elle doit s'étendre, comme le placenta humain, de telle sorte que le cordon ombilical s'insère toujours sur son centre. L'ouverture, par laquelle l'*ouraque* se décharge dans sa capacité, doit être diamétralement opposée à l'ombilic du *fœtus;* et la paroi qui est immédiatement recouverte par la couche placentaire doit faire face à l'embryon. En un mot, on doit pouvoir se la représenter, par rapport à l'embryon, en réduisant par la pensée l'un et l'autre à sa plus simple expression, comme deux ampoules de verre unies par un tube dont elles formeraient les extrémités enflées. C'est enfin au point (*e*, fig. 7, pl. 11) que doit se trouver placée l'allantoïde; car c'est là qu'on la rencontre invariablement chez les animaux, qui en offrent une de la manière la moins équivoque. Enfin le liquide que renferme la cavité qu'on aurait l'idée d'assimiler à l'allantoïde doit être analogue, sous le rapport chimique, à celui que renferme, au moment de l'observation, la vessie ou l'appareil urinaire de l'animal.

2029. Nous venons de définir et de circonscrire cet organe de manière à couper court à bien des discussions, qui ne se prolongent que parce que les auteurs n'ont pas posé philosophiquement la question. Nous venons de supposer que, chez certains animaux, la vessie urinaire pousse devant elle un liquide qui dédouble le cordon ombilical, s'y pratique un canal comme vasculaire, et vient dilater la substance du

chorion en une capacité où le trop plein du liquide de la vessie se décharge ; mais si la vessie n'éprouvait pas le besoin de se décharger de l'excès du liquide qui la distend, ce liquide ne s'infiltrerait pas à travers le cordon ombilical et ne cheminerait pas jusqu'au placenta. L'œuf alors n'aurait pas d'allantoïde ; et l'analogie seule indiquerait la place qu'elle aurait occupée, si elle avait dû se former. Si le liquide de la vessie ne s'avançait que jusqu'à moitié du cordon ombilical, le cul-de-sac qu'on trouverait dans la substance du cordon ombilical serait alors l'*allantoïde*. Or, l'analogie ne doit jamais donner le coup de pouce à l'observation ; elle ne doit pas se tourmenter à trouver partout les mêmes développements ; il doit lui suffire d'en pouvoir désigner la place et le linéament. De même qu'il serait absurde de chercher le cloaque du poulet sur le fœtus des mammifères, de même il serait absurde de vouloir à tout prix rencontrer l'allantoïde des *ruminants*, sur l'œuf de l'oiseau ou de l'homme ; et nous déclarons qu'à l'égard de l'homme on a pris des monstres pour la réalité ; l'œuf normal de l'homme, à aucune époque de la vie fœtale, n'offre aucun organe analogue à l'*allantoïde* que l'on distingue si bien chez les *ruminants*, le cheval, le chien, le porc, etc.

2030. C'est dans l'*allantoïde* de la vache que la chimie a trouvé l'*acide allantoïque*, que Vauquelin avait d'abord désigné sous le nom d'*acide amniotique* (2026).

2031. Cordon ombilical. — C'est le hile de l'embryon, le point d'attache de l'embryon avec la double vésicule qui l'enveloppe ; c'est le développement en longueur de la portion par laquelle la *vésicule* qui était destinée à former l'embryon s'est développée, pour parler le langage de la *théorie spiro-vésiculaire*, sur la paroi de la vésicule maternelle, génératrice de la vésicule *chorion et amnios* ; c'est par ce prolongement que l'embryon et ses enveloppes continuent à former la même unité animale, pendant toute la durée de la vie fœtale ; qu'ils participent à la même respiration et à la même

circulation ; que les artères du fœtus se distribuent dans la surface placentaire ; que les veines de la surface placentaire rapportent au fœtus le sang retrempé par la respiration, et que les nerfs émanés de la moelle passent avec les veines, pour porter l'impulsion vivifiante, sans laquelle nulle élaboration animale ne saurait avoir lieu. Le placenta respire et élabore donc ; il n'est point privé de nerfs. Le cordon ombilical, chez les mammifères, etc., s'allonge à mesure que le fœtus se développe. Chez l'oiseau, au contraire, il conserve à tous les âges presque les mêmes dimensions (fig. 20, pl. 19, *om*).

2032. Sur le cordon ombilical, on remarque une espèce de torsion, un relief en spirale, que nous trouvons important de signaler, plus spécialement que toute autre circonstance, depuis la découverte de la théorie spiro-vésiculaire. Il serait intéressant de ne pas perdre de vue ce rapprochement dans l'étude des œufs, et de constater les modifications que présente cette structure dans les œufs jumeaux. Le cordon ombilical n'offrirait-il pas alors une spiralité croisée?

2033. Vésicule ombilicale du vitellus ou jaune de l'œuf des oiseaux. — Le jaune d'un œuf de poule est un organe sphérique, non pas rempli, comme on le dit ordinairement, d'une huile jaune, mais dont la structure est celle d'une grande vésicule, dans le sein de laquelle s'est développé, d'une manière indéfinie, un tissu albumineux, à cellules peu consistantes, remplies d'une huile nutritive, autour desquelles circule un liquide coloré en jaune, et destiné, comme le liquide sanguin, à fournir à l'élaboration des cellules, et à porter les produits de l'élaboration au fœtus, dont le germe fécondé se voit, avant l'incubation, appliqué sur une portion quelconque de la surface externe du jaune. Le germe appartient organiquement au jaune ; il en est et la continuation, et comme la région dorsale ; ce jaune prend le nom générique de *vitellus ;* il tient par un *hile* à l'albumen ou blanc d'œuf ; mais pour mettre à découvert ce *hile*, il est nécessaire de coa-

guler l'un et l'autre organe, l'albumen et le jaune, par la chaleur. Il se dessine alors sur la paroi interne (*om*, pl. 19, fig. 22) du blanc d'œuf, comme un double cercle qui retient souvent des fragments du jaune, lequel n'adhère nulle part ailleurs. Sur le jaune, on remarque une solution de continuité correspondant à la portion de la substance qui est restée adhérente au blanc d'œuf; et, sur le point diamétralement opposé à cette solution de continuité se remarque l'ébauche du germe, (*em*, fig. 21, pl. 19) qui semble se replier sur lui-même, comme le serpent qui se mord la queue. Ce *hile* est le cordon ombilical réduit à sa plus simple expression; et le jaune est la vésicule ombilicale, dont le grand diamètre transversal est terminé d'un côté par le cordon ombilical, et de l'autre par le germe.

2034. Lors donc que les anatomistes voudront nous démontrer l'existence d'une vésicule ombilicale chez les œufs des mammifères, ils devront nous la faire voir sur le trajet du cordon ombilical, se confondant avec lui par son axe, et non implantée par un pédicule, soit sur le cordon, soit sur ou tout près de l'ombilic; car, dans ce cas, ce qu'ils nous montreraient ne saurait être qu'un produit anormal ou morbide, puisqu'il ne se trouverait pas à la place qu'occupe rigoureusement la vésicule ombilicale normale. L'analogie, en effet, ne déplace rien. Or, à ce prix, l'œuf des mammifères n'offre rien qui puisse prendre le nom de vésicule ombilicale et de jaune, à quelque âge qu'on l'observe.

2035. Différences de forme que peut présenter le placenta foetal, selon les diverses espèces de mammifères. — Nous avons défini le placenta fœtal, toute cette portion du chorion qui parvient à se mettre en communication avec la surface utérine. D'après cette définition, toute la surface du chorion de la vache ou de la brebis qui porte des placentas partiels (2016), est le *placenta* général de l'œuf et l'analogue du *placenta* plus feutré de l'œuf humain. Lorsque la cavité

de l'utérus est simple et sphéroïdale, le chorion doit avoir un placenta en segment de sphère. Si l'utérus était allongé et formant un tube cylindrique d'un diamètre tel qu'à tous les âges l'œuf se trouvât pressé par ses parois, le *placenta*, comme on l'observe chez le chien, formerait un anneau, une zone autour du grand axe de l'œuf; mais s'il arrivait que l'utérus fût bifide, qu'il offrît deux cornes et une double cavité, dont les deux surfaces fussent dans le cas d'exercer sur l'œuf la même attraction aspiratoire, le placenta, attiré également dans les deux sens, finirait par s'allonger à son tour en deux cornes; et c'est ce que l'on observe chez l'œuf de la brebis. La fig. 18, pl. 19, le représente à un âge voisin de la parturition, mais extraordinairement réduit par le dessin; on voit le fœtus (*foe*) emprisonné dans son amnios, et l'amnios recouvert de son chorion, qui forment une poche imperforée. Le cordon ombilical (*c*) est fort court; son ouraque (2028) se décharge dans une cavité cylindroïque (*at*), qui est remplie du fluide allantoïque. Quant au placenta, compris par les quatre lignes ponctuées qui convergent en (*pc*), il n'avait rien moins, dans le principe, que cette forme connue; l'œuf de la brebis a commencé par la forme de tous les œufs, sphérique, puis ovoïde, puis cylindroïde, puis s'insinuant par ses deux bouts dans les deux cavités de l'utérus, et poussant çà et là des points d'adhérence, des cotylédons placentaires (pl. 13, fig. 5), qui attachent la portion nouvellement développée, contre la surface correspondante de l'utérus qui l'attire. Aussi remarque-t-on au bout de chaque corne une excroissance blanche non vasculaire, sur laquelle on n'aperçoit pas encore un seul bouton placentaire; c'est la portion qui se développe et qui allonge de jour en jour le placenta; c'est la sommité du rameau qui végète; c'est l'analogue de la gemme terminale du rameau végétal; c'est le germe du développement indéfini des cornes placentaires; et cette extrémité s'émacie, se flétrit en une espèce de fil, lorsque l'utérus n'aspire plus l'œuf, et que l'instant de la parturition est arrivé; c'est la

forme qu'elle offre en (β), sur l'œuf qui a servi à la fig. 18, pl. 19. A mesure que ce bouton terminal avance dans l'utérus, il lui arrive un vaisseau placentaire, et il lui pousse un cotylédon qui l'attache de plus en plus à la surface utérine. Or tout développement se fait autour d'un axe central qui en forme la charpente, autour d'un axe médullaire qui porte la vie de la base au sommet; aussi, de même que chez l'œuf humain, le cordon ombilical se distribue en nervures saillantes, mais rayonnantes, du centre de son insertion sur toute la surface d'un placenta circulaire, de même chez l'œuf de la brebis, le cordon ombilical envoie un prolongement comme tendineux et vasculaire (α), dans chaque corne du placenta, et ce prolongement s'allonge, à mesure que la gemme terminale avance, apportant des faisceaux vasculaires à chaque nouveau cotylédon. Dans un utérus de truie ou de cheval, l'œuf de la brebis aurait eu une forme ovoïde; son placenta aurait recouvert la cavité allantoïde (*at*), car c'est par là que l'enveloppe générale, le chorion, se serait principalement abouchée sur la surface de l'utérus.

2036. La place du placenta fœtal est-elle indiquée d'avance sur la surface du chorion? — Nullement. La surface du chorion est, dans le principe, une branchie générale qui aspire sur tous les points. Le chorion peut s'attacher à l'utérus par toute sa surface, et ses fibrilles aspiratoires s'aboucheront avec l'organe nourricier. Mais l'œuf n'est pas appelé à rester stationnaire; le fœtus doit grandir, et ses enveloppes doivent céder à cet accroissement. Or, cette dilatation des enveloppes est incompatible avec une durable adhérence; ce qui s'étend ne saurait rester attaché. Il arrivera donc qu'à une certaine époque la surface du chorion présentera deux régions bien distinctes, l'une adhérente à l'utérus, et y puisant continuellement la vie, et l'autre libre, distendue de plus en plus en forme d'une vessie, dont le tissu s'amincira en proportion, et à la manière des tissus épuisés.

2037. La place du placenta utérin n'est pas plus fixée d'avance que celle du placenta fœtal; l'œuf s'attache sur la surface qui l'aspire davantage; car dans toute impulsion, le corps mis en mouvement, suit invariablement la résultante.

2038. Mais dans tous les cas, le cordon ombilical devra se trouver invariablement au centre du gâteau placentaire, parce qu'il est le centre de l'aspiration, et que partant il ne saurait étendre son impulsion plus dans un sens que dans un autre. Par quelque point du chorion que l'œuf s'attache sur la surface utérine, le cordon ombilical finira toujours par se trouver au centre du gâteau. Supposez en effet, que l'adhérence de l'œuf embryonnaire (pl. 11, fig. 7), ait lieu par le point (*a*) du chorion; il est évident que ce point sera immédiatement en rapport avec le cordon ombilical (*om*). Le point (*a*) deviendra donc pour ainsi dire la continuation du cordon ombilical, le centre de la réciproque aspiration de l'œuf et de l'utérus, et dès ce moment c'est de là que rayonnera la vascularité, qui doit se prêter à la respiration fœtale; le point (*a*) deviendra donc en peu de temps le centre du gâteau placentaire, et le point d'insertion du cordon ombilical. Si l'adhérence du chorion a lieu sur le point (*d*), celui-ci deviendra à son tour le centre du gâteau placentaire, comme sur cette figure le point (*c*) est le point privilégié.

2039. Différences et analogies des œufs qui doivent éclore par gestation et des œufs qui doivent éclore par incubation; des œufs des animaux vivipares et des œufs des animaux ovipares. — Animés par la fécondation, se détachant de l'ovaire par le besoin de vivre, les œufs, ou bien sont expulsés au dehors du corps de l'animal, et dans ce cas l'utérus n'est qu'un oviducte, ou bien, ils s'attachent à la surface de l'oviducte, qui prend alors le nom d'utérus. Dans le premier cas, l'animal est ovipare (oiseaux, reptiles, batraciens, poissons, insectes, mollusques, infusoires); dans le second cas, l'animal est vivipare (mammifères, certains vers intestinaux, cé-

tacés). Il doit paraître évident que dans ces deux cas, l'œuf ne doit pas être identique sous le rapport des détails de son organisation ; l'un, en effet, doit renfermer en lui-même les moyens de nutrition et de vie que l'autre puise sur la surface utérine. Cherchons à nous rendre compte des différences organiques, qui découlent nécessairement de cette différence de destination.

2040. Je prends pour point de départ l'œuf humain. Dans l'œuf à terme, je trouve le fœtus enfermé dans une vésicule (*b*, pl. 11, fig. 7), remplie d'un liquide albumineux mélangé à tous les produits de la transsudation ou de l'excrétion de l'animal. Le chorion (*ad*) est aussi aminci que la membrane de l'amnios (*b*), partout où sa surface est libre de toute adhérence avec l'utérus (*cc*). Mais il n'en a pas été toujours de même. Dans les premiers instants de la gestation, à l'époque où le fœtus, embryon informe à nos yeux, n'était qu'un simple globule à peine éveillé par la vitalité, la capacité de l'amnios (*b*) ne renfermait aucun liquide excrétoire, aucune cavité; l'amnios, tissu albumineux et d'une grande épaisseur, enveloppait l'embryon animal, comme le périsperme enveloppe l'embryon végétal, c'est-à-dire en s'appliquant exactement sur toute sa périphérie. C'était de l'albumine organisée (1505) en une épaisse vésicule, à la paroi interne de laquelle tenait le fœtus, par un *hile* qui n'était point encore le cordon ombilical. Le chorion aussi épais, et d'un tissu aussi riche en sucs organisateurs, que l'est l'amnios à cette époque, le chorion s'appliquait, par sa paroi interne, sur la paroi externe de l'amnios, aussi exactement que la paroi interne de l'amnios s'applique sur la surface externe de la vésicule embryon. Par une coupe transversale, qui passerait par l'axe de cet œuf, on aurait mis à nu trois surfaces emboîtées et concentriques : l'interne appartenant à l'embryon, la médiane à l'amnios, l'externe au chorion; et ces trois surfaces tenant l'une à l'autre par un *hile*, seraient également gélatiniformes. Mais dès que le chorion s'est abouché avec l'utérus, toute la portion qui n'élabore

pas, se sacrifie à l'élaboration, se dépouille peu à peu des sucs organisateurs, qui distendent ses cellules; celles-ci s'aplatissent sous l'effort interne qui les distend, et le chorion apparaît tôt ou tard comme une vésicule pelliculeuse partout où elle n'est pas placenta. La vésicule amnios se sacrifiera à son tour, partout où elle ne tiendra pas par son hile, à la surface placentaire du chorion; l'albumine de son tissu s'épuisera au profit de l'embryon qui se développe, et cet organe épais, ce périsperme albumineux, finira, comme le périsperme des léguminacées, par devenir une membrane dont l'anatomie en grand refusera même de reconnaître l'organisation; sa capacité sera alors distendue par tous les liquides dont l'assimilation ne profitera pas. Supposons qu'avec l'organisation que nous venons de reconnaître au jeune œuf, en descendant progressivement de l'âge auquel nous l'observons plus fréquemment avec le scalpel de l'anatomiste; supposons, dis-je, que, doué d'une organisation semblable, il se présentât un cas d'avortement qui nous permît de l'observer à une époque où ses dimensions ne sauraient être appréciables qu'au microscope. L'œuf serait nécessairement transparent, car l'albumine n'est jamais opaque sous un pareil volume. Au microscope il nous apparaîtrait nécessairement comme une sphère transparente, renfermant dans son sein une sphère plus opaque, et dans le sein de celle-ci un point sphérique d'une plus grande opacité. Nous aurions sous les yeux un œuf analogue à l'œuf des mollusques (pl. 7, fig. 25). A une époque plus avancée, la zone externe et plus transparente que l'interne, nous apparaîtrait refoulée en une espèce de test, remplacée dans sa transparence par la zone plus interne, et le point opaque médian aurait remplacé celle-ci; à cette époque, l'œuf aurait une espèce de coquille élastique et membraneuse, un albumen et un vitellus.

2041. Dans l'œuf des ovipares nous retrouvons numériquement les mêmes organes, les mêmes emboîtements. Le chorion infiltré de sucs albumineux dans l'ovaire, s'est ra-

pidement épuisé de ses sucs en passant par l'oviducte, et, dans cette infiniment courte incubation, il s'est distendu et ossifié, en sacrifiant son organisation au profit de l'accroissement albumineux de la vésicule plus interne. Ce chorion, c'est la coquille de l'œuf, plus ossifiée sur sa surface externe que sur sa surface interne, et qui se dédouble facilement en une croûte cassante et en une pellicule qui la tapisse et qui lui adhère çà et là plus ou moins intimement; l'œuf offre alors un vaste et épais amnios organisé en un tissu riche en substances albumineuses : c'est le blanc d'œuf. Le cordon ombilical est fort court, c'est un *hile* simple; et l'embryon est une sphère organisée et riche en substances oléagineuses, substances qui chez l'adulte profitent tant au développement des tissus; ici la graisse ou le jaune occupe la plus grande partie de l'embryon, dont l'embryon proprement dit ne semble qu'un léger accessoire. L'embryon de cet œuf possède en abondance un approvisionnement, que l'embryon des mammifères puise sur la surface utérine, pendant toute la durée de la gestation. Si l'embryon humain s'était infiltré, par sa région abdominale, d'une aussi grande quantité de substance oléagineuse, il nous eût apparu avec la forme, la couleur et le nom du *jaune*, ou du *vitellus* de l'œuf de poulet. L'œuf de poule, à l'instant où il est pondu, correspond à l'œuf humain, et à l'œuf des mammifères, lorsque ceux-ci n'ont pas encore le volume d'un grain de millet. Ses vésicules sont ainsi, à l'instant de la conception, infiltrées de sucs organisateurs, trente fois plus en diamètre ou environ 27,000 fois plus dans les trois dimensions, que chez l'œuf des mammifères; car l'œuf d'oiseau doit suffire lui-même à son incubation.

2042. Observation importante sur l'étude des organes transparents. — Ce n'est pas seulement au microscope que l'on est exposé à être dupe des illusions de la réfraction (587); on n'en est certes pas préservé, lorsqu'on observe à l'œil nu, et que l'on procède à la dissection, non plus à la pointe d'une

aiguille, mais le scalpel à la main; et c'est principalement dans l'étude de l'embryologie que les exemples de ces sortes de méprise se multiplient. Nous allons formuler succinctement les principes qui doivent constamment présider à cette série d'observations.

1° La transparence d'une région n'est nullement l'indice d'une absence complète d'organisation, et l'on peut rencontrer des tissns organisés qui laissent passer la lumière de la même manière que le ferait le liquide le plus pur. Il suffit, en effet, pour cela, ainsi que nous l'avons déjà démontré plus d'une fois, et spécialement au sujet de l'albumine de l'œuf de poule, il suffit que la substance organisatrice incluse dans les cellules organisées ait le même indice de réfraction que les parois de celle-ci : ces deux substances ainsi associées ensemble forment dès lors une unité réfringente.

2° Un organe transparent peut tout-à-coup paraître multiple, quand il commence à devenir opaque, soit en s'infiltrant de sucs autrement réfringents, soit en s'ossifiant d'une manière progressive; car dans ce cas il ne sera pas opaque partout, et l'observateur sera exposé à voir des développements nouveaux dans les fractions d'un développement unique.

3° Un organe peut manifester sa présence, par cela seul qu'il se sacrifie au développement des organes nouveaux, et par cela seul qu'il tend de jour en jour à ne plus être organe; car en se sacrifiant aux développements voisins, il videra ses cellules, dont les parois par conséquent tendront de plus en plus à se distinguer, par un pouvoir réfringent différent, du liquide qui se modifie et change de nature; et dès lors ces cellules se dessineront, aux yeux de l'observateur, sous l'aspect d'un réseau à mailles plus ou moins serrées.

4° L'ossification commençante d'un canal cylindrique est dans le cas d'être prise pour la substance même de l'organe contenu. Supposons, par exemple, que le canal rachidien, d'abord transparent comme la moelle épinière incluse, et nullement susceptible d'en être distinguée par réfraction,

supposons que ce canal soit surpris par l'observateur aux premières phases de son ossification; comme l'ossification cheminera des deux côtés vers la ligne médiane, et que la ligne médiane devra être alors plus transparente que les deux lignes parallèles qu'elle sépare, et comme du reste l'observateur ne se sera pas rendu compte de l'origine des deux lignes opaques, il sera porté à y voir la formation de la moelle épinière elle-même, et il établira en principe que la moelle épinière, que dis-je, que la masse encéphalique tout entière est double, et se forme par la réunion et le rapprochement de deux masses isolées dans le principe.

5° On s'est étrangement trompé, quand on s'est représenté un vaisseau comme un organe indépendant, et qui aurait son unité, comme un nerf ou un muscle. Un vaisseau n'est que le dédoublement de deux cellules accolées ensemble; ses parois ne lui appartiennent pas : donc partout où l'on voit par transparence se dessiner des veines et des artères, on doit infailliblement prononcer que là existe une membrane organisée si invisible qu'elle soit, qui lie entre eux tous ces canaux de la circulation, et qui limite tout ce système vasculaire.

6° Cette dernière observation s'applique principalement aux cas d'éventration, sur lesquels on a basé la théorie de la formation des intestins chez le fœtus, idée qui paraîtra tôt ou tard bizarre, à ceux qui se seront pénétrés des faits, sur lesquels nous avons établi depuis long-temps la théorie vésiculaire. On a admis que les intestins rentraient dans le ventre de l'embryon, à peu près comme le chirurgien les y fait rentrer par la plaie qui les en avait fait sortir; et cela parce qu'on a vu des sujets chez lesquels les intestins se dessinaient pour ainsi dire hors de l'abdomen, à cause de la transparence de celui-ci. Dans ce cas les intestins sont réellement inclus dans l'abdomen, mais seulement les parois de l'abdomen sont restées transparentes, et n'ont pas acquis l'organisation musculaire qui doit les rendre opaques plus tard. Il est absurde

de penser que la nature organise le fœtus, comme nos cuisinières farcissent les poulets de nos tables, en lui faisant rentrer dans le ventre, ou le jaune, ou les intestins, sauf à ceux-ci à se souder ensuite par un bout à l'estomac et par l'autre à l'anus, absurdité que la haute faveur de nos académies protègera pourtant encore long-temps.

7° Pour bien se rendre compte des rapports et de la nature des organes du fœtus, rien n'est plus lucide que de se les représenter à une époque plus avancée, de prendre cette époque pour point de départ, de redescendre ensuite jusqu'à l'époque de l'observation directe, en rapetissant chaque organe par la pensée et par des dégradations insensibles, et en se demandant, à chaque ton de cette gamme, sous quelle forme et avec quel aspect chaque organe de l'adulte se dessinerait à cette époque, sous les yeux de l'observateur, et quelle région chaque organe occuperait dans la topographie générale du corps. On arrive de la sorte à faire rentrer toutes les anomalies apparentes dans l'harmonie, dont la nature ne se départ pas plus au commencement qu'à la fin de la vie individuelle.

Ces observations une fois comprises, passons à l'étude du développement de l'œuf.

2043. Développement du foetus des vertébrés, considéré sous un point de vue général. — Le fœtus, avant la fécondation, n'est que la vésicule plus interne de l'œuf, et ne diffère des deux autres qui l'emboîtent, que par son aptitude à recevoir l'impulsion de la vie, qui n'est que l'impulsion du développement. Elle tient à la vésicule amnios, comme la vésicule amnios tient à la vésicule chorion, et comme celle-ci devait tenir également à la vésicule de l'ovaire. Or dans cette vésicule centrale existe la charpente de toute l'organisation future de l'adulte ; chaque organe futur occupe, dans cette vésicule embryonnaire, la place que l'anatomie constatera plus tard sur l'animal ; mais chaque organe, inerte, comme l'embryon lui-même, affecte la forme vésiculaire comme lui. La

fécondation apporte dans le sein cette organisation assoupie, la tendance au développement, et l'œuf s'élance vers les milieux, où il pourra respirer librement et s'assimiler les produits gazeux; il arrive à l'air extérieur, ou il s'arrête sur des surfaces éminemment respiratoires, pour vivre indépendant dans le premier cas, et parasite dans le second. Dès ce moment, la couche externe de l'œuf se sacrifie à son développement, et au développement de la couche plus interne; elle s'émacie et s'amincit en se sacrifiant, comme la seconde s'émaciera et se sacrifiera à son tour. Le fœtus s'allonge et prend déjà la forme d'un rein, dont le cordon ombilical serait l'uretère; point de saillies apparentes, point de membres thoraciques ou pelviens, point d'accident qu'on puisse désigner comme le germe d'un organe; car tout est enchâssé sous la même enveloppe qui doit se sacrifier et tomber à son tour, comme l'amnios, repoussée par le développement en longueur des organes qu'elle recouvre. Ce qui se montre avant tout ensuite, c'est la masse encéphalique; car c'est d'elle qu'émanent tous les développements; rien ne s'accroît que sous l'empire de son impulsion et de son influence; il ne doit pas pousser un poil que le nerf ne l'ait amené juste à la place qui lui est réservée. Aussi, à une certaine époque, l'animal ne semble qu'une boîte encéphalique que la scie de l'anatomiste aurait détachée du thorax, de l'abdomen et du bassin; une tête énorme et une queue, une forme de têtard de grenouille, pour ainsi dire, c'est sur ce canevas que la nature semble broder toutes les formes zoologiques qui caractérisent, en continuant leur développement, les diverses espèces animales. Car bientôt les deux extrémités se dessinent d'une manière spéciale, la tête s'allongeant ou s'arrondissant, la bouche s'avançant pour terminer l'axe, ou se repliant pour s'ouvrir sous le front; chez les uns, quatre petits tubercules faisant de plus en plus saillie au dehors, deux sur la région thoracique, deux sur la région abdominale, symétriques deux à deux, organisés sur le même type, et ne devant différer plus

tard que sous le rapport des proportions; ce sont les quatre membres, qui, chez les batraciens, ne poussent même que sur l'animal sorti de l'œuf, et lui arrivent, chez certains d'entre eux, comme pour remplacer l'extrémité caudale, qui tombe à l'époque de leur complet développement.

2044. Admirable spectacle pour le philosophe! qui peut suivre des yeux la manière, dont la nature fait éclore une incalculable variété de formes d'une aussi grande uniformité; comment, avec les mêmes globules, elle modèle et façonne des organes différents, et comment, d'une simple vésicule sphérique, elle amène au jour, par la magie de la fécondation, l'homme et le plus petit ciron, à peu près tels que deux rayons émanés du même centre, et qui s'écartent ensuite à l'infini. On dirait que, dans le germe, tous les animaux sont congénères et doués du même nombre d'éléments globulaires d'organisation, et que, s'ils diffèrent plus tard, c'est que tel globule a pris chez l'un un développement plus grand que chez l'autre, que le globule qui s'est développé chez celui-ci est resté stationnaire chez l'autre, et qu'enfin toutes les différences qui les caractérisent plus tard ne sont que des différences de dimensions.

2045. Bientôt la circulation se colore par l'hématose de la gestation ou de l'incubation, et vient révéler sa présence à l'anatomiste, qui n'y croirait pas sans sa coloration. Le canal intestinal se dessine de la bouche à l'anus, et en repliant ses anses sur elles-mêmes, il refoule au dehors l'abdomen, et semble l'éventrer, si les parois en sont transparentes. La nutrition arrive à ce canal par l'ombilic, qui est, pour ainsi dire, la cavité buccale du fœtus; elle passe par le foie, qui semble en être l'estomac; et les lymphatiques l'absorbent tout entière pour la jeter dans le torrent de la circulation. Les poumons sommeillent à cette époque, car le placenta fœtal aspire pour eux; le sang n'y arrive que comme à tout autre organe, et comme par accident, car l'aspiration ne l'appelle pas dans les canaux interstitiels des cellules pulmonaires; les deux

cœurs sont en communication entre eux par une ouverture, par le trou de Botal; car la communication du sang artériel et du sang veineux n'a pas encore lieu dans la région pulmonaire.

2046. Mais une révolution se prépare; l'animal, pourvu de tous les organes qui peuvent se prêter à une vie indépendante, s'exerce comme machinalement à écarter et à rapprocher ses mâchoires : à la mastication et à la respiration (*). Chez les mammifères, l'utérus n'apporte plus au placenta fœtal des produits capables de fournir à l'existence qui se complète; le placenta tend à s'en détacher par le mécanisme contraire à celui qui l'attachait auparavant; il repousse au lieu d'attirer, il agit par expiration au lieu d'agir par aspiration. L'animal, dont toutes les cavités se dilatent pour suffire à de nouvelles fonctions, ne peut plus être contenu dans ses propres enveloppes; elles crèvent sous l'effort de l'utérus, et lancent dans l'espace l'animal qui l'aspire de ses poumons, et lui rend par un cri l'air qu'il vient de lui prendre. A ce signal, le sang change de route; car l'air qui l'attire lui vient d'ailleurs; il se porte, avec l'impétuosité de l'éclair, par

(*) Sur une chienne pleine que nous venions de faire éventrer, en décembre 1827, Breschet et moi, nous avons pu remarquer très bien ce phénomène, à travers la transparence de l'amnios: les petits chiens remuaient les mâchoires comme pour respirer, de la même manière que le faisait un autre dont nous avions déchiré les enveloppes, et qui se trouvait en contact immédiat avec l'air extérieur. Ce mouvement se répétait en moyenne environ toutes les demi-minutes, quelquefois plus tôt, quelquefois plus tard; mais ce mouvement n'était certainement qu'un prélude et non l'exercice lui-même de la fonction: l'animal s'essayait plutôt qu'il ne respirait. En effet, plongé dans le liquide de l'amnios, il n'aurait pu respirer que du liquide, ce qui ne saurait s'admettre. Ce n'était pas non plus un acte de déglutition qu'il exécutait par ce mouvement; car on ne voyait pas le liquide se porter dans l'intérieur de la bouche et en sortir, tourbillonner enfin, par ces espèces de remous que la déglutition ne manque pas de produire. Quoi qu'il en soit, ces mouvements se répétaient avec une certaine périodicité et une certaine fréquence.

l'artère pulmonaire, dans les canaux vasculaires du poumon, continue sa route avec la même vélocité par la veine pulmonaire; le cœur est traversé dès lors par deux courants parallèles qui s'élancent en sens inverse avec la même rapidité ; le trou de Botal doit rester vide ; ses deux parois doivent donc se rapprocher, comme deux membranes entre lesquelles on fait le vide ; il se ferme sans retour, et l'animal a deux cœurs (*). Désormais le placenta de sa nutrition est sur la surface de son canal alimentaire; le placenta de sa respiration est sur la surface de ses organes pulmonaires; l'animal est parasite des aliments qu'il s'administre, de l'air dans lequel il est plongé, et de la chaleur dont la lumière l'enveloppe. Il s'appartient au même titre que sa mère.

2047. Dans l'œuf d'oiseau, que réchauffe la mère, qu'elle couve de son plumage, mais qui ne saurait s'attacher en parasite à la surface de l'organe qui l'a pondu, le placenta extérieur est remplacé par l'albumen; et l'embryon est pourvu, autour de son ombilic et sur toute la région abdominale, d'un développement graisseux, qui, de simple accessoire, semble, dans les premiers instants, devenir le principal, et que nous désignons sous le nom de jaune. Ce jaune ne rentre pas dans l'abdomen, comme on l'a dit; il ne sert pas à former les intestins ; il est l'abdomen lui-même, espèce de couenne grais-

(*) Pour mieux concevoir la théorie que nous donnons par anticipation de l'obturation du trou de Botal, supposez la construction suivante : qu'on adapte un pompe aspirante et foulante à un système membraneux, composé de deux cercles de tuyaux abouchés entre eux par une communication qui représentera le trou de Botal ; si vous pratiquez deux ligatures sur l'un des cercles, de chaque côté du point par lequel il communique avec l'autre, le liquide circulant par le jeu de la pompe aspirante et foulante reviendra indéfiniment sur lui-même, en passant par l'analogue du trou de Botal ; mais qu'on enlève tout-à-coup la ligature et qu'on aspire fortement, la circulation s'établira dans les deux cercles, comme s'ils n'en formaient qu'un seul ; et les deux parois opposées, entre lesquelles cesse de passer la circulation, se rapprocheront et se souderont ensemble sans retour.

seuse et d'épiploon, qui se sacrifie, comme tous les tissus graisseux (1485) peuvent le faire, au développement des organes, et se sacrifie en vidant ses cellules de leurs sucs oléagineux, en se désinfiltrant, en s'aplatissant enfin, faute de liquide qui rende ses cellules turgescentes ; l'analogie de ce jaune avec l'épiploon devient saillante sur le petit moineau que représente la fig. 20, pl. 19 ; on voit le jaune se peindre sur l'abdomen, et se diviser supérieurement en trois pointes, qui font corps, comme tout le reste, avec toute la région qui recouvre les intestins d'une part, et avec le cordon ombilical (*om*) de l'autre. A cette époque, qui est voisine de l'éclosion, le réseau vasculaire, qui émane du cordon ombilical, se distribue dans toute la substance de l'albumen (*al*), qui apparaît alors comme tout tissu cellulaire épuisé de ses sucs, c'est-à-dire réduit aux parois de ses cellules et au réseau sanguin qui portait la circulation autour de chacune d'elles. L'albumen est devenu dès lors un *placenta* indépendant, protégé, dans son élaboration, par l'imperméabilité de la coquille (*cq*).

2048. Existe-t-il une communication directe entre le système vasculaire de la mère, et le système vasculaire du fœtus? — Cette question a long-temps agité les embryologistes ; et les *oui* et les *non* ont semblé long-temps s'appuyer sur des preuves également irréfragables. Ceux qui soutenaient que les vaisseaux du fœtus s'abouchent avec les vaisseaux de la mère, les veines de l'un avec les artères de l'autre, que le fœtus enfin ne doit son sang qu'à une transfusion, ceux-là invoquaient en leur faveur les résultats de l'injection, qui leur avait paru passer d'une manière sensible, du placenta fœtal dans le placenta utérin, *et vice versâ*. Mais ils ne jugeaient de ce résultat qu'à l'œil nu ; et il est facile de confondre de cette façon un effet de perforation avec un effet d'injection, et de croire que le liquide colorant a suivi la direction d'un canal, quand il s'est fait jour en forçant un cul-de-sac et qu'il s'est glissé entre deux membranes contiguës. Comment

ne pas admettre que l'impulsion imprimée par le piston de la seringue, soit capable d'éventrer des tissus aussi jeunes et aussi délicats que ceux des placentas agglutinés ensemble? Enfin, on invoquait en faveur de la même opinion, les cas fréquents d'hémorrhagie utérine; c'est-à-dire des cas exceptionnels en preuve d'une thèse générale. Or, l'hémorrhagie aurait dû être la règle générale et non l'exception, s'il existait une communication directe entre les vaisseaux du placenta fœtal et ceux du placenta utérin; car les veines et les artères ne se ferment pas d'elles-mêmes, lorsqu'on a pratiqué sur leur passage une solution de continuité. Chacun sait que la ligature la mieux faite des artères n'en prévient pas toujours l'hémorrhagie.

2049. Ceux qui soutenaient l'opinion contraire, s'appuyaient sur les raisons que nous venons d'opposer aux premiers; mais ils étaient fort embarrassés, quand ceux-ci, laissant de côté les objections, leur demandaient de leur expliquer, sans communication directe, comment il se formait du sang dans le fœtus, qui auparavant n'en avait pas; car le sang dans l'opinion des uns et des autres était un liquide sacré, immuable, transmissible, et qui devrait passer inséparablement avec la vie dans un milieu animé. Ils demandaient pourquoi le cordon envoyait tant de vaisseaux au placenta utérin, si ce n'est pour y prendre et en ramener le sang de la mère au fœtus; car l'analogie du placenta échappait aux uns et aux autres, et la question aurait changé de face, s'ils avaient pu la deviner. Quelques physiologistes observèrent que les globules du fœtus présentaient des dimensions différentes de ceux du sang de la mère, qu'ils étaient plus gros chez certains fœtus; donc ces globules ne venaient pas de la mère. Mais ici les physiologistes ne jugeaient du sang que par les globules, sans lesquels pourtant le sang peut exister. Ils ne savaient pas encore que les globules ne sont qu'un précipité globulaire d'albumine, précipité qui peut affecter des formes et des dimensions diverses, sous l'in-

fluence de circonstances que nous évaluerons en leur lieu; en proie à une trop vive préoccupation systématique, ils n'avaient pas aperçu que très souvent la même goutte de sang renferme des globules de forme et de dimensions différentes, et que si l'on examinait les globules au passage du sang des veines dans les artères par la voie des capillaires, on rencontrerait souvent des régions, dont les globules du même courant sanguin seraient plus gros que dans d'autres. Donc il aurait été possible que l'albumine du sang de la mère, en pénétrant dans les tissus du fœtus, se fût précipité en globules d'une dimension plus grande.

2050. Il fallait donc reprendre la question sur d'autres errements et d'après une autre méthode; et la méthode la plus rationnelle, était de chercher à étudier la communication sur le point où elle pouvait s'effectuer, au lieu de la nier ou de l'admettre par le raisonnement et en la déduisant de conséquences éloignées ; il fallait enfin chercher à la voir ; c'est ce que nous entreprîmes de faire, non seulement en étudiant au microscope la structure des fibrilles du chorion, mais encore au moyen des injections que Breschet, en 1827, nous communiqua avec la plus rare complaisance ; et depuis cette époque notre opinion a prévalu dans les livres :

1° La structure des fibrilles du chorion est incompatible avec l'idée d'une communication directe de la mère avec le fœtus. Il suffit de jeter les yeux sur la fig. 3, pl. 13, qui représente une sommité des fibrilles dont le feutre forme le *placenta* de l'œuf humain (2009), pour être convaincu qu'aucun de ses ramuscules n'a jamais pu s'aboucher avec les vaisseaux de la surface utérine. Or, nous avons pris le sujet de cette figure, sur un nombre considérable d'autres qui ne présentaient pas la moindre différence de configuration. Partout des anses enflées et papillaires au sommet, partout une ligne médiane noire qui n'arrivait pas jusqu'au sommet, et qui semblait dans ces cas la ligne de séparation d'un vaisseau afférent et d'un vaisseau déférent, lesquels venaient s'aboucher vers la

sommité de la papille. Nulle part ces granulations frangées, sans lesquelles il ne saurait s'opérer de déchirement. La surface utérine examinée à une loupe assez forte n'offrait pas le moindre pore d'où il suintât rien qui ressemblât à du sang; elle était aussi lisse sur tous ses accidents placentaires que sur le reste de ses parois libres de toute adhérence. Ces deux genres de preuves sont irréfragables, et pourraient nous dispenser de recourir aux suivantes.

2° Nous avons examiné au microscope les placentas de la vache (2012) injectés en bleu par les artères ombilicales. L'injection était parvenue dans le réseau des vaisseaux du plus petit calibre; la force de l'impulsion avait brisé les parois de quelques uns d'entre eux; et l'injection, au lieu de pénétrer dans la substance du cotylédon utérin, s'était glissée et disséminée entre cet organe et le chorion; mais elle n'était pas même parvenue jusqu'aux embranchements de la houppe fibrillaire (pl. 13, fig. 2) du placenta fœtal. Chez la brebis on avait injecté la mère en bleu (*pc*, *u*, fig. 4, pl. 13), et le fœtus en carmin (*pc*, *f*); je pratiquai une section longitudinale qui intéressait les deux cotylédons abouchés ensemble; et ainsi que le montre la figure, je vis le vermillon se dessiner sur toutes les petites arborisations fibrillaires (*fl*) du cotylédon fœtal, et tracer là une ligne invariable de démarcation, entre la substance de la mère et celle du fœtus. Pas un petit point rouge qui eût franchi cette ligne, pour passer dans le domaine du cotylédon utérin (*pc*, *u*); pas un petit point bleu qui eût passé dans le domaine du cotylédon fœtal (*pc*, *f*). Je séparai alors par désagglutination les deux cotylédons, en tirant l'un d'un côté et l'autre de l'autre; et pas la moindre hémorrhagie rouge ou bleue ne se manifesta; pas la moindre gouttelette de l'injection ne suinta à travers un pore. Observées à la loupe, ces fibrilles se présentaient comme les larges expansions du *lichen pulmonaire*; et à travers leur transparence, on voyait se dessiner l'injection, qui les traversait comme une nervure médiane; elle n'arrivait jamais jusqu'au bout, et s'arrêtait même à une assez grande distance.

Donc il ne s'établit jamais une communication directe entre la mère et le fœtus; donc le placenta fœtal ne s'applique sur la surface utérine qu'à la manière des ventouses et des suçoirs; disons le mot que dicte l'analogie, le placenta fœtal est la branchie du fœtus, et c'est par la respiration que l'œuf est parasite de sa mère.

2051. Qu'est-ce que la caduque utérine et foetale des anatomistes? — C'est un cas particulier d'une loi générale que nous avons fait connaître en parlant des membranes caduques (1898). Et si les anatomistes se sont livrés sur ce sujet à de si longues controverses, c'est qu'ils n'avaient pas évalué ce rapport analogique; nous avons eu de fréquentes occasions de nous convaincre, que les anatomistes qui professent l'existence de cette membrane, comme organe *suî generis*, étaient fort embarrassés de la démêler, dans la dissection, qu'ils faisaient sous nos yeux, des œufs des mammifères; nous les avons surpris souvent nous montrant, comme étant la caduque, un dédoublement quelconque de la surface du chorion, qu'ils produisaient à la pointe du scalpel. Le plus grand nombre des auteurs *ex professo* qui dissertent de la caduque, ne l'ont jamais vue de leurs propres yeux; et ceux qui l'ont le moins étudiée, sont précisément ceux qui s'amusent à en changer le nom; il est des hommes organisés de telle sorte, qu'ils ne sauraient introduire dans la science que des noms nouveaux, qui n'ont le talent d'enrichir que des nomenclatures, et qui sous ce rapport même se montrent fort peu inventifs; concevez-vous le besoin d'appeler *adventive*, une membrane déjà connue sous le nom de *caduque?*

2052. Nous avons établi (1906), que toute surface muqueuse s'exfolie chaque jour, comme la surface épidermique elle-même, comme la tige végétale perd son écorce chaque jour. Nous avons ajouté que cette exfoliation des muqueuses est d'autant plus prononcée et intéresse des couches d'autant plus profondes, que la surface est envahie par une élabora-

tion plus active, qu'elle est en proie à une plus énergique inflammation. C'est dans des cas analogues que nous détachons des plaques considérables de nos surfaces buccales. La surface muqueuse de l'utérus ne saurait échapper à cette loi générale, elle s'exfolie chaque jour, ainsi que la surface du vagin; et l'on s'en convaincra sans peine, si l'on prend soin d'examiner le liquide que les femelles répandent dans le coït, ou celui qu'on enlève, en promenant le dos du scalpel sur la surface de l'utérus ou du vagin d'une femme récemment décédée. On y observe les mêmes tissus que nous avons examinés plus haut (1906), sur une autre espèce de muqueuse; et si l'on exfolie artificiellement la surface résistante, de manière à en obtenir des pellicules transparentes, on trouvera une identité complète de structure entre l'organisation intime de ces pellicules, et celle des débris qui se détachent spontanément, et se désagrègent, comme faisant partie de la sécrétion liquide. Mais l'exfoliation s'offre en plaques plus considérables, en plaques visibles à l'œil nu, lorsque la matrice est enflammée, et affectée d'une maladive élaboration. Or, quelle plus énergique élaboration, que la gestation, quelle plus durable et plus puissante inflammation que ce développement vasculaire, qui transforme l'utérus en un inextricable réseau d'énormes veines et artères! L'effet doit donc augmenter en raison de l'énergie de la cause, et l'exfoliation utérine doit avoir lieu sur une plus grande échelle, pendant la gestation, que dans toutes les autres circonstances du mouvement sexuel. L'anatomiste a pris ce surcroît d'effet, pour un effet d'un genre insolite et spécial à cette époque de la vie de la femme; et comme il arrive infailliblement, toutes les fois qu'on donne à des accidents variables une importance trop grande, les anatomistes ne se sont jamais trouvés d'accord, parce que l'effet ne s'est jamais présenté à tous avec le même caractère; et par une autre conséquence de cette fausse direction, ceux qui tombaient d'accord entre eux sur la nature de la caduque, se divisaient ensuite sur son organisation. Aux

yeux des uns la caduque était inorganisée, c'est-à-dire non vasculaire, car ce mot n'avait pas pour eux une autre signification; les autres assuraient que la caduque était organisée; car ils y avaient observé des vaisseaux sanguins; et les deux partis avaient également raison dans le fait : ils avaient vu ce qu'ils avançaient; ils ne se trompaient qu'en se donnant un démenti. Nous avons très bien observé, sur la surface utérine du chien, une exfoliation caduque, qui tenait encore çà et là à l'utérus par des brides membraneuses, dans lesquelles s'insinuaient des vaisseaux utérins; ceux-ci, chemin faisant, perdaient peu à peu leur coloration, et nous en poursuivions la trace au microscope jusque dans la lame caduque, à un reste de coloration jaunâtre; et cela doit être dans tous les cas, même dans ceux où cette coloration du réseau frappé de mort a disparu, et n'en marque plus la trace. En effet, une membrane vasculaire qui s'exfolie, n'élabore plus; si elle n'élabore plus, elle n'attire plus le liquide de la circulation dans ses canaux vasculaires; ceux-ci rapprochent leurs parois; et dès lors le réseau vasculaire se confond avec le tissu cellulaire, puisqu'il est vide de tout ce qui pouvait l'en distinguer, du liquide coloré en rouge. Voilà pourquoi la caduque se montre tantôt vasculaire et tantôt non, selon qu'on l'observe à une phase plus ou moins avancée de sa désorganisation.

2053. Mais, par suite de la même loi, l'œuf des mammifères doit avoir aussi sa caduque; car la surface externe du chorion, qui est l'épiderme de l'œuf, si je puis m'exprimer ainsi, doit avoir son exfoliation régulière comme l'épiderme du corps humain, exfoliation qui est la conséquence de tout développement organisé. Or cette caduque variera avec l'âge de l'œuf; et les caractères qu'elle revêtira dans le principe seront diamétralement opposés à ceux qu'elle sera dans le cas d'offrir, à l'époque voisine de la parturition. Car, à l'époque où les fibrilles privilégiées du chorion auront pris possession de la surface de l'utérus qui doit devenir placenta (2002), toutes les autres, inutiles ornements de la surface libre, ten-

ront à s'en détacher à la fois; mais feutrées, comme elles le ont par l'enchevêtrement de leurs ramuscules, et pressées et moulant pour ainsi dire contre la surface utérine, leur asse affectera bientôt la forme d'une calotte libre de toute lhérence, et avec l'œuf humain, et avec la surface de l'utéus. Plus tard, l'exfoliation de la surface externe et libre du iorion n'offrira rien moins que cette structure feutrée.

Cette manière de concevoir la formation des caduques ne rapporte à aucune des opinions professées jusqu'alors, ais elle les explique toutes au lieu de les démentir; aussi, puis que nous l'avons publiée, chaque parti semble l'avoir vendiquée comme la sienne; c'est ce qui arrive toutes les is qu'on met les gens d'accord; il se trouve qu'ils avaient us raison; seulement ils ne s'en étaient pas aperçus; et c'est qui fait qu'ils ne s'en retournent pas moins dos à dos.

2054. Conséquences embryologiques déduites des parritions doubles et multiples. — Les animaux sont unires ou multipares, selon les espèces. Mais ce caractère n'est s tellement spécifique que les unipares ne puissent être dans rtains cas multipares, et réciproquement; car tous ont des aires pluriovulés. Les mammifères sont certainement les oins féconds de tous les animaux, et la femme est la moins conde de toutes; cependant il arrive des cas où elle met au onde au moins deux enfants par un seul accouchement, et elle dépasse même ce nombre. Ce phénomène peut avoir u de trois manières différentes: ou bien parce que deux ovules sont détachés à la fois de l'ovaire (1998), qu'ils sont venus boucher à la fois sur la surface de l'utérus, et ont accompli rallèlement leur vie fœtale; ou bien parce que le même orion a donné naissance à deux amnios; ou bien parce que même cordon ombilical a donné naissance à deux fœtus, fermés dans la capacité du même amnios. Dans le premier s, les deux fœtus ont chacun un chorion distinct et indéndant l'un de l'autre; dans le second cas, ils ont seulement

un amnios chacun, mais sont renfermés dans la capacité du même chorion; dans le troisième cas, ils n'ont qu'un amnios et qu'un chorion, et nagént dans le même liquide amniotique. Soumettons ces trois cas différents aux inductions de l'analogie.

2055. 1° Dans le premier cas, il est évident que la caduque du fœtus sera double, mais qu'elle variera de forme et de dimension, selon que les deux œufs se seront implantés plus près l'un de l'autre. Mais, dans tout état de cause, la caduque utérine sera toujours différente de ce qu'elle nous apparaît dans les cas de gestation unipare. Au reste, les deux œufs auront leurs délivres distincts à l'époque de l'accouchement; et tout au plus les deux placentas fœtaux (2009) auront pu, par la durée de leur contact, contracter quelques adhérences plus ou moins intimes.

2056. 2° Dans le second cas, si l'œuf est rendu avant terme, on trouvera, en ouvrant le chorion, deux amnios accolés ensemble, comme deux œufs transparents. La fig. 19, pl. 19, représente un œuf semblable de femme. Le chorion (*ch*) est éventré, et sa surface floconneuse (*fl*) est rejetée en arrière. Les deux vésicules amniotiques (*am* et *am'*) sont encore turgescentes, et à travers la transparence de leurs parois, on aperçoit un embryon dans chacune. La membrane amniotique a été déchirée pour montrer sa ténuité, et en même temps que son feuillet n'est pas une simple membrane réduite à sa structure intime (1549). Ici les deux embryons marchent de front vers le développement fœtal; les deux vésicules amniotiques affectent les mêmes dimensions. Mais que serait-il arrivé, si l'amnios de gauche (*am'*), au lieu de suivre l'amnios de droite (*am*), s'était tout-à-coup arrêté sous l'influence d'une cause perturbatrice, et cela à la première époque de la gestation, à l'époque où l'embryon, simple vésicule, est enchâssé, sans nom, dans la vésicule amniotique encore épaisse, comme l'albumen de l'œuf des oiseaux (2040). Dans cette hypothèse, on trouverait une petite vésicule implantée

sur le chorion, tout près du point d'adhérence de l'amnios, dans lequel l'embryon se dessine avec toutes ses formes; et l'anatomiste qui n'aurait pas remonté, pour l'interprétation des phénomènes, jusqu'à cette considération analogique, serait exposé à prendre cet amnios accidentel et avorté pour un organe spécial. C'est ce qui est arrivé à quelques auteurs modernes; mais spécialement à Velpeau (*), à qui le hasard a offert un plus grand nombre de ces accidents qu'à tout autre embryologiste. Que l'on compare, sous l'influence de la précédente révélation, la fig. 9, pl. 19, avec la fig. 19 de la même planche, on ne verra dans la première que la réalisation de l'hypothèse que nous avons exprimée à l'égard de la seconde. (*c*, fig. 9) étant l'analogue de (*am*, fig. 19); (*d*) de la première ne sera évidemment que l'analogue avorté de (*am'*) de la première; (*aa*) de la première étant le chorion (*ch*) de la seconde. Or, selon Velpeau, d'après l'ouvrage duquel (**) nous avons fait calquer la fig. 9 de la pl. 19 du présent ouvrage; selon Velpeau, dis-je, la vésicule (*d*, fig. 9) serait la vésicule ombilicale de l'embryon humain, l'analogue enfin du jaune des oiseaux; et une analogie aussi extraordinaire, en vertu de laquelle la vésicule ombilicale se trouverait tout-à-fait en dehors, non seulement du cordon ombilical, de l'ombilic de l'œuf, mais de l'amnios dans lequel il nage; cette analogie est appuyée sur d'autres figures, où cette vésicule ombilicale se trouve à une distance considérable de l'amnios normal. Quand les termes sont mal posés, l'analogie conduit à des inductions d'autant plus étranges, qu'on la poursuit avec plus de logique. Aussi quand l'auteur ne rencontre pas la prétendue vésicule ombilicale sur le chorion, il parvient presque toujours à la retrouver dans le moindre accident, dans la moindre bulle qui proémine sur la surface de l'amnios. Ainsi la petite excroissance qu'on remarque en

(*) Embryologie ou ovologie humaine. In-fol. 1833.

(**) *Ibid.*, fig. 2, pl. 1.

(*z*, fig. 14, pl. 19 de notre ouvrage) est désignée sur quatre ou cinq figures de l'ouvrage de Velpeau, sous le nom de vésicule ombilicale. Nous reviendrons plus bas sur l'analogie qu'il signale au sujet des flocons (*e* de la fig. 9, pl. 19); et nous ne consacrerons pas une plus longue réfutation à une opinion qui ne saurait se soutenir devant les considérations précédentes.

2057. 3° Passons au troisième cas de parturition multiple, à celui où nous avons supposé que les deux embryons se développaient à l'extrémité du même cordon ombilical, et comme les représente la fig. 17, pl. 19. Là les deux embryons ont marché de front et se sont développés à la fois d'une manière normale. Mais admettons que l'un des deux se soit arrêté dans son développement ultérieur, à l'époque où ils étaient tous les deux réduits à la forme et aux dimensions d'une vésicule piriforme. Si l'on ouvre un tel œuf à la troisième ou quatrième semaine de la gestation, on trouvera un embryon complet, portant, sur la longueur de son cordon ombilical, une vésicule à qui l'on donnera un nom, si on en ignore l'analogie; et certainement ce nom sera celui de la *vésicule ombilicale*, si ce n'est pas celui de l'*allantoïde*. Si l'un des deux frères siamois en était resté à sa forme embryonnaire, l'autre aurait porté une vésicule ombilicale à la région de l'ombilic (*).

2058. Mais si, à l'extrémité du même cordon ombilical, il se développait trois jumeaux, au lieu de deux que nous avons admis dans la précédente hypothèse, ce dont on ne saurait révoquer en doute la possibilité, et que l'utérus expulsât, dans les premiers jours de la conception, un œuf trop anormal et trop vorace, si je puis m'exprimer ainsi, pour ne pas être bientôt affamé, l'observateur, qui en ouvrirait le chorion, y trouverait trois vésicules au lieu d'une; et ce serait certes une bonne fortune pour une publication académique; car il y aurait là matière à signaler deux analogies de plus. Alors l'une

(*) Voyez le *Réformateur*, n° 344. 18 septembre 1835.

des trois vésicules étant arbitrairement admise comme appartenant à l'embryon, on ne manquerait pas de voir dans les deux autres, non pas les analogues des vésicules ombilicale et allantoïde des autres animaux, mais la réalité de ces deux vésicules qui sont, dans l'étude de l'œuf humain, la pierre philosophale de nos embryologistes; et ce n'est peut-être pas un autre cas d'avortement que Pockels (*) a eu occasion, lui, d'observer et de faire dessiner par les deux figures que nous lui empruntons (fig. 10 et 11, pl. 19); en admettant que l'auteur n'ait pas forcé l'observation, et n'ait pas laissé aller son crayon au gré de l'imagination qui a dirigé sa plume. Dans la fig. 10, (*a*) étant le chorion couvert de ses fibrilles, (*b*) serait l'amnios de l'embryon (*c*), et les deux vésicules (*d* et *e*) seraient deux amnios ou deux embryons attachés au même cordon ombilical, en supposant, ce qui nous paraît également probable, que ces organes ne soient pas des produits maladifs de l'œuf avorté. Pockels voit dans l'organe (*d*) un corps piriforme qu'il appelle vésicule érythroïde, et la vésicule ombilicale en (*e*). Les mêmes lettres marquent les mêmes organes, d'après Pockels, dans la fig. 11. Au reste, nous ne nous sommes arrêtés à ces deux figures, que parce que l'on y a attaché récemment une certaine importance.

2059. Loi générale qui préside aux monstruosités diadelphes. — On a observé depuis bien long-temps des fœtus qui venaient à terme unis et associés entre eux plus ou moins complétement, et toujours d'une manière indissoluble.

On a observé ensuite que ces couples étaient toujours du même sexe;

Qu'ils étaient d'autant plus viables que leur association était plus superficielle, et qu'elle pénétrait moins profondément dans les organes internes;

Enfin que ces fœtus ne s'unissaient entre eux que par des

(*) *Isis*, décembre 1825.

surfaces de même nom, bras contre bras, jambe contre jambe, dos contre dos, et ventre contre ventre.

On s'est demandé avec étonnement comment et par quelle loi physique ou physiologique ces phénomènes d'attraction embryonnaire se présentaient, non seulement avec cette constance, mais encore d'une manière si contraire à la loi de l'attraction physique qui fait que les semblables se repoussent et les contraires s'attirent, loi d'après laquelle les fœtus auraient dû s'associer sans doute dos contre ventre, tête contre bassin, ce qui aurait été trop indécent, pour que la nature ne créât pas tout exprès une loi spéciale entièrement différente de la première.

2060. Mais la nature, en cette circonstance, n'a dérogé en rien à son harmonie, et nous allons reconnaître qu'elle a été fidèle à ses admirables lois, même dans les cas exceptionnels qui nous occupent. Cette conséquence ressortira des propositions suivantes.

1° Pour qu'il s'opère une association organique entre deux fœtus, il faut que rien ne les sépare dans le principe; qu'ils ne soient pas emprisonnés chacun dans une vésicule particulière, dans un amnios distinct. Car l'amnios étant une enveloppe qui se sacrifie au développement de son embryon, ne saurait contracter des adhérences et des affinités avec un autre amnios contigu, puisque l'un et l'autre ne sont que des tissus qui s'épuisent et n'élaborent plus dans l'intérêt d'un développement ultérieur; ces deux amnios formeraient donc un mur de séparation infranchissable entre les deux embryons issus du même chorion.

2° Les embryons ne s'unissent pas après s'être développés isolément dans le sein du même amnios, car ils ont pris déjà tous les deux une direction; ils ne peuvent que rester stationnaires et périr, que s'arrêter dans leur marche sous l'influence d'une cause perturbatrice, mais jamais rétrograder, et prendre une direction contraire après s'être séparés; ils ne sauraient spontanément se rapprocher et se greffer l'un sur

l'autre par leur mouvement propre. Cela n'a lieu ni dans la nature végétale ni dans la nature animale. La compression exercée par l'utérus ne saurait produire une telle greffe par approche entre deux embryons renfermés dans le même œuf. Car si la compression utérine produisait un tel effet de rapprochement, l'embryon ne manquerait jamais de se souder avec son amnios, et l'amnios avec le chorion. Du reste, le liquide qui remplit l'amnios contre-balance assez la compression utérine, pour que les embryons, qui se trouveraient renfermés dans la capacité du même amnios, soient constamment tenus à distance l'un de l'autre.

3° Si donc les deux embryons se sont développés à l'extrémité du cordon ombilical, libres de toute adhérence mutuelle, ils continueront à se développer indépendants l'un de l'autre, et si la bifurcation du cordon ombilical (*c*) se fait plus près du placenta (*pc*, fig. 17, pl. 19) que des deux ombilics (*om*), les deux jumeaux apparaîtront, à la parturition, isolés et formant deux unités, car on pourra lier le cordon ombilical très près de l'ombilic des deux frères. Si, au contraire, le cordon ombilical ne commence à se bifurquer que très près de l'ombilic des deux jumeaux, la ligature ne saurait avoir lieu qu'au-dessous de la bifurcation (*l*), crainte d'intéresser trop au vif l'existence des deux êtres, en tentant de les isoler; et alors les deux frères resteront inséparables, liés entre eux à la hauteur de l'ombilic par un cordon qui se développera avec eux et servira de communication à la circulation des deux individus, pour les faire vivre du même sang, et leur partager, comme entre deux frères, les produits de la double élaboration de leurs estomacs; ce sera le cas des deux frères siamois (fig. 17, pl. 19).

4° Mais si la bifurcation a lieu sur des dimensions si étroites que les deux embryons ne puissent se mouvoir et se développer sans se presser l'un contre l'autre, c'est alors qu'ils seront dans le cas de se souder entre eux par les surfaces qui supporteront plus intimement cette compression. Mais cette

association intime ne saurait se produire qu'entre parties qui, en cette position, sont dans le cas d'être en contact immédiat; et dès lors il est impossible que les deux embryons puissent jamais s'associer à tête-bêche, et autrement que côte à côte, ou dos à dos, ou ventre à ventre. En effet, émanés du même cordon ombilical, c'est-à-dire de la même cause médiate d'organisation, les deux jumeaux doivent être animés de la même impulsion, être dépositaires des mêmes tendances et se développer sur le même type, et partant dans la même direction, comme deux vésicules accolées qui ont la même base et le même sommet; c'est dire que les deux jumeaux embryonnaires doivent être de même sexe et occuper dans l'espace la même position, bases pelviennes l'une contre l'autre, et sommités céphaliques à l'opposé. En remontant même plus haut dans l'origine de leur développement, et alors que les deux jumeaux n'étaient encore que deux vésicules accolées dans une vésicule commune et maternelle, nous trouverons, si nous voulons nous représenter le fait d'une manière graphique, nous trouverons la formule de cette organisation dans le tracé de la fig. 15, pl. 19. (*ch*) étant le chorion, (*am*) étant l'amnios, (*f*) sera la vésicule fœtale grosse de deux fœtus à l'état vésiculaire, et tenant elle-même à l'amnios (*am*) par un *hile* (*h*) ou cordon ombilical. C'est de cette époque que datent les adhérences futures des jumeaux; car c'est de cette époque que les organes manifestent leurs tendances, qu'ils éprouvent des obstacles dans leur développement ou des perturbations dans leur marche.

Mais, effets de la même cause, résultant de la même impulsion, ils se trouveront en place de la même manière, les extrémités de même nom situées du côté du même pôle de la vésicule fœtale (*f*). Or cela étant ainsi, lorsque les résultats seront devenus appréciables à nos yeux, nous trouverons que la soudure a eu lieu ainsi que l'indique la théorie; le côté gauche de l'un se confondant avec le côté droit de l'autre, comme sur la fig. 14, pl. 19; 1° soit complétement, depuis le bout des

pieds jusqu'au sommet de la tête, cas dans lequel le fœtus double aurait trois jambes, la médiane asymétrique, deux bras libres, et une tête portant plus ou moins profondément les linéaments des deux; 2° ou bien incomplétement, et alors tronc contre tronc, en sorte que le double fœtus aura à l'extérieur quatre bras, quatre jambes, deux têtes distinctes, et à l'intérieur, ou deux cœurs, ou deux estomacs, ou un seul cœur et un seul estomac, ou quatre poumons ou deux, selon que la fusion organique aura pénétré plus profondément dans la substance de l'un et l'autre; et le fait de *Ritta-Christina* rentrera dans l'un de ces types; 3° ou bien enfin la fusion s'étendant de proche en proche rapprochera les deux jumeaux par le ventre ou par le dos (fig. 16, pl. 19) d'une manière plus ou moins complète, et avec tous les accidents de la précédente supposition.

2061. Cela étant admis, il est impossible que jamais les deux fœtus se soudent tête contre anus, ou ventre contre dos, ou le côté droit contre le côté droit, et le côté gauche contre le côté gauche. En effet :

1° Pour que les deux fœtus s'unissent de l'une ou l'autre de ces trois manières, il faudrait qu'ils fussent déjà développés isolément, car il faudrait qu'ils se fussent dérangés de leur position primordiale. Or, les fœtus isolés une fois ne s'associent pas; car ils ne pourraient le faire que par l'atrophiation de l'un de leurs principaux organes, c'est-à-dire que par une cause de mort, ce qui est contradictoire dans les termes.

2° Par une autre raison, ils ne sauraient s'unir à tête-bêche ou côtés de même nom ensemble, sans que l'un d'eux tordît son cordon ombilical, et partant interrompît le cours de la circulation placentaire, sans laquelle il ne saurait se produire le moindre phénomène d'organisation et de greffe.

3° Les deux fœtus ne sauraient s'unir ventre contre dos, parce qu'un des rameaux du cordon ombilical se trouverait toujours interposé, dans ce cas, entre le dos de l'un et le ventre de l'autre (fig. 17, pl. 19), et que la greffe n'a lieu que

par le rapprochement immédiat et forcé des deux surfaces.

2062. Mais en s'unissant de la manière que démontrent les observations et qu'explique si bien la théorie, on a tort de dire que les fœtus s'unissent par leurs organes similaires, puisqu'au contraire, dans ces diverses greffes, c'est toujours le côté gauche de l'un qui est appliqué sur le côté droit de l'autre, et que, dans quelques uns de ces cas, il n'y a de similaire que la ligne médiane de la surface du corps, laquelle est une ligne de démarcation, et ne saurait jamais être assimilée à un organe. En conséquence l'attraction se manifeste dans le domaine de la vie, comme dans celui de la physique et de la chimie : entre des pôles de nom contraire.

§ III. Examen critique de quelques opinions récentes relatives a l'embryologie humaine.

Nous n'avons pas la prétention dans cet article de donner un résumé complet des opinions émises par les embryologistes ; comme les derniers venus ont le mérite de faire justice des erreurs ou des opinions hasardées de leurs devanciers, et que ce sont les opinions les plus récentes en date qui font autorité dans nos livres classiques, c'est à celles-ci que nous nous attacherons (*).

2063. L'embryon de l'homme, avant de se montrer a nous avec les formes qui le caractérisent spécialement, passe-t-il successivement par les formes des animaux inférieurs ? — Cette question nous est revenue en France, après avoir été débattue sous toutes ses faces en Allemagne ; car depuis long-temps on s'agitait dans ce pays, alors que notre Académie dormait encore d'un sommeil profond, sur les questions analogiques. On y cherchait à devancer par la prévision l'expé-

(*) Pour l'histoire complète et bibliographique de ce point de la science, consultez Burdach, *Traité de physiologie considérée comme science d'observation*, trad. de l'allemand par Jourdan, 1837.

rience directe; méthode qui a bien ses abus, mais qui, jusque dans ses écarts, est pourtant quelquefois féconde, en traçant par une erreur la route à une vérité, qui jaillit souvent de la réfutation elle-même. Dans ce cas-ci la question n'était que mal posée, ce qui la rendait ridicule et peu concevable; elle donnait une trop grande importance à des accessoires, en cherchant à trouver le rapport principal; elle ne remontait pas assez haut, dans l'histoire du développement; la solution et l'explication se trouvent, en ce cas comme en tous les autres, dans le principe des choses. Certainement l'homme ne passe pas, dans son œuf, par toutes les formes qui caractérisent les animaux inférieurs. Il n'est pas ver de terre, puisqu'il ne se compose jamais d'anneaux, à quelque époque qu'on l'observe dans son œuf; il n'est jamais poisson, puisqu'à aucune époque on ne lui trouve des nageoires à la place des membres, et que ses membres nous les voyons paraître comme des tubercules, et revêtir de jour en jour une forme qui les rapproche pas à pas de celle de l'âge adulte; parce qu'à aucune époque il ne respire par des branchies, etc. Sans doute, à certaines phases de son développement fœtal, il offre quelques traits de ressemblance avec l'un ou l'autre embryon des mammifères, sur le type desquels il est créé; mais de même qu'il serait révoltant de penser que l'embryon du porc, avant de devenir adulte, passe par l'état de tous les animaux avec les embryons desquels il peut offrir quelque ressemblance, et partant par l'état de l'homme, de même il est inexact de dire que l'embryon humain, avant de devenir homme, ait été successivement embryon de mouton, de bœuf, de cheval, de porc, de chien et de singe. S'il offre à l'état adulte des analogies incontestables avec ces animaux à l'état adulte, ces analogies doivent être encore plus saillantes lorsque ses organes sont encore à l'état de germe; mais ce fait ne prouve qu'une seule chose, c'est l'unité du type dont ils sont les uns et les autres une déviation spéciale, mais non que chacun d'eux passe par la série de ces déviations. Or, en fait de type, ne nous arrê-

tons pas en chemin, arrivons jusqu'au moule, jusqu'au germe non fécondé; car c'est la fécondation qui lui imprime la direction caractéristique de son espèce; c'est après la fécondation que commence la déviation. Mais avant la fécondation l'embryon n'est qu'une vésicule, qu'une sphère organisée, dans laquelle tout organe futur n'est qu'une vésicule globulaire. C'est à cette époque que sous le rapport des formes tous les embryons, à quelque classe d'animaux, je dirai même à quelque classe d'êtres organisés qu'ils appartiennent, sont identiques, et que l'homme, le roi de la nature, ne diffère aucunement de l'insecte et de la moisissure. Mais la différence est dans l'aptitude à recevoir l'impulsion fécondante, aptitude qui constitue alors l'espèce, et dont le développement constituera les caractères. Tout être organisé a commencé par être une vésicule conforme à celles qui l'enveloppent et le nourrissent; au sortir des mains de la nature, ses enfants sont tous égaux et ressemblants, comme des frères; il faut qu'elle souffle sur tous ces germes, pour leur imprimer des impulsions diverses, et les animer d'un développement spécial.

2064. Ces considérations, qui n'ont pas toutes le mérite de la nouveauté, surtout depuis nos plus récentes publications, suffiront pour faire apprécier le mérite et l'importance d'une longue série de conclusions, que Serres a lues, le 23 octobre 1837, à l'Académie des Sciences, sur l'embryogénie, conclusions dont la phrase suivante semble être le refrain : « Les mollusques sont les embryons permanents des animaux vertébrés; leur composition, de même que leur nature, de même que leur formation et leur développement, sont des déductions rigoureuses ou des corollaires de la loi *centripète* des développements organiques. » Il paraît que les conclusions ont été rédigées avant le mémoire et même les observations; l'auteur éprouvait le besoin de confier aux comptes-rendus quelques souvenirs de la loi *centripète* dont il est l'inventeur. Mais, grand Dieu ! qu'est-ce donc que toutes ces phrases! qu'entend-on par embryon permanent? C'est

à nos yeux un embryon qui ne germe pas, qui ne se développe pas, qui reste stationnaire; et comment croire tout cela du mollusque, qui nous fait les cornes à chaque instant, comme pour narguer la loi centripète, et lui répondre par la loi centrifuge?

2065. LES EMBRYONS DES MAMMIFÈRES, A UNE ÉPOQUE QUELCONQUE DE LEUR DÉVELOPPEMENT FOETAL, SONT-ILS MUNIS DE BRANCHIES COMME LES POISSONS? — Cette opinion fut émise pour la première fois par Rathké, dans un travail spécial publié, en 1829, dans les *Actes des curieux de la nature* (*). L'auteur annonçait avoir découvert des arcs branchiaux sur les deux côtés du cou, et du poulet au quatrième jour de l'incubation, et des embryons de cochon, du cheval, du lézard, etc., et il accompagnait ses descriptions de fort jolies figures. Mais l'auteur a pris des plis pour des fentes, et il a vu une communication pharyngienne, dans des solutions de continuité qu'il a produites lui-même, en cherchant à faire pénétrer un instrument à travers des tissus aussi délicats. Il est une autre circonstance plus capable encore de donner le change à l'observateur; à cette époque de transparente ténuité, la trachée-artère se dessine sur le cou, comme les spires à travers le cylindre vasculaire des végétaux. Ses cercles cartilagineux, distants et réunis par une simple pellicule, sont dans le cas de présenter des arcs parallèles qui ont l'air de tout autant de côtes, que l'anatomiste prendra pour des arcs branchiaux; et, s'il cherche à pénétrer plus avant à l'aide d'une pointe, comme les intervalles membraneux de la trachée-artère résisteront moins à l'instrument que les cercles déjà cartilagineux, il sera porté à voir dans cette moindre résistance la preuve d'une solution de continuité.

Les embryons des mammifères et oiseaux ne peuvent pas

(*) Voyez-en un extrait dans les *Annales des sciences d'observation*, tome III, page 117.

avoir des branchies à une époque où les poissons eux-mêmes n'en ont pas encore; et il serait singulier que des branchies s'ouvrent pour se refermer, alors que chez les embryons des animaux qui en sont pourvus les branchies avant de s'ouvrir commencent par se dessiner long-temps sous une forme proéminente, et ne s'ouvrent que la veille du jour où elles sont en état de fonctionner.

2066. L'EMBRON HUMAIN POSSÈDE-T-IL, A UN AGE QUELCONQUE, DES ORGANES ANALOGUES A LA VÉSICULE OMBILICALE DES OISEAUX ET A LA VÉSICULE ALLANTOÏDE DE CERTAINS MAMMIFÈRES? — On n'établit point des rapports analogiques par des déplacements. Un organe ne saurait être l'analogue d'un organe, qui occupe dans la charpente animale une autre position. Pour qu'il existe une analogie incontestable entre deux choses, il faut qu'elles se trouvent situées dans la même circonscription, émanant de la même origine, et présentant sinon les mêmes formes physiques et la même composition chimique, du moins des rudiments des unes et des traces de l'autre. Pour qu'une pièce de l'œuf humain soit considérée comme l'analogue de la vésicule ombilicale du fœtus de l'oiseau, il faut qu'elle soit située à la naissance du cordon ombilical et sur l'abdomen du fœtus, et qu'elle soit infiltrée de sucs oléagineux qui en constituent la majeure partie. Pour qu'une pièce de l'œuf humain puisse être considérée comme l'analogue de l'allantoïde de la vache, du chien, du cheval, il faut qu'elle soit vésiculaire et remplie d'un liquide analogue à l'urine; elle ne saurait exister en germe, car elle n'est qu'une expansion de l'ouraque, un dédoublement du chorion; elle n'est telle que par l'effet du liquide qui la distend et qui lui vient de la vessie à travers le cordon ombilical; un effet purement mécanique n'existe point à l'état rudimentaire, et comme un germe d'un développement futur.

A ce prix, l'organe signalé par Velpeau comme étant la vésicule ombilicale dans la pièce (*d*, *fig*. 9, pl. 19) de l'œuf

humain, ne saurait jamais être la vésicule ombilicale. Nous avons fait voir plus haut (2056) à quoi elle se rapportait.

Mais le corps réticulé (c) que le même auteur désigne sous le nom d'allantoïde, n'offre pas l'ombre d'analogie avec l'allantoïde des animaux; et ce n'est pas parce que l'on trouve quelquefois, dans l'allantoïde des chevaux, un corps feutré que l'on nomme *hippomane*, ce n'est pas sur un rapport aussi éloigné qu'on peut voir un analogue de l'allantoïde dans un corps quelconque, qui apparaîtra réticulé à l'œil nu; ce n'est pas sur un accident que l'on fonde une loi générale. Nous ne cherchons pas à décider de la nature et de l'origine de l'organe (e), que Velpeau a fait dessiner entre l'amnios et le chorion de l'œuf de la fig. 9, pl. 19. Mais nous allons établir, d'une manière péremptoire, que cet organe ne saurait prendre le nom que l'auteur lui a imposé. L'allantoïde des animaux n'est jamais située dans le dédoublement de l'amnios et du chorion, mais bien dans l'épaisseur du chorion même et à l'extrémité du cordon ombilical. Donc ce corps réticulé (c) ne saurait être l'allantoïde, et ne peut être considéré que comme un accident et un cas maladif, si toutefois il n'est pas une surface épuisée du chorion lui-même. Car on a tort de se représenter, à tous les âges de la vie embryonnaire, le chorion et l'amnios avec la ténuité qui les caractérise à l'âge le plus avancé de la gestation. Dans le principe, l'amnios est aussi épais proportionnellement que l'albumine de l'œuf de poule, et le chorion à son tour est aussi épais que l'amnios. Mais, à mesure que l'œuf se développe, le chorion s'épuise et s'amincit, en sacrifiant ses sucs au développement embryonnaire; son tissu devient en certain cas réticulé et aranéeux; comme le tissu de nos fruits qui germent, il peut, dans des circonstances insolites, se dépouiller en dedans d'une partie de cette surface épuisée trop vite; et cette surface formera autour de l'amnios une sphère réticulée et comme un feutre interposé. L'amnios sera dans le cas de présenter le même phénomène sur ses couches externes. Quoi qu'il en

soit, un tissu réticulé est un tissu épuisé et non l'analogue d'une capacité close. Enfin, on ne concevra jamais que l'urine de l'animal vienne jamais se loger de la sorte entre l'amnios et le chorion. L'opinion de Velpeau est donc insoutenable; car elle ne s'appuie ni sur l'analogie de forme, ni sur l'analogie chimique de composition.

2067. Qu'est-ce que la vésicule désignée avant la fécondation sous le nom de vésicule de Purkinje? — Dans l'œuf des oiseaux, c'est la portion de l'embryon qui n'est pas occupée par le jaune, par son cotylédon ombilical; dans l'œuf des mammifères c'est l'amnios enchâssé dans le sein d'un chorion infiniment plus épais; de même qu'avant la fécondation, chez les végétaux, on aperçoit le périsperme enchâssé, comme une vésicule, dans le test beaucoup plus épais et infiltré de sucs.

2068. Que sont les corps d'oken? — Dans la détermination des organes du fœtus, il faut bien se garder de chercher à dénommer, avant d'avoir cherché à saisir leurs rapports entre eux tous, et surtout avant d'avoir résolu à chaque question le problème suivant : La topographie des organes de l'adulte étant connue, se représenter par la pensée et en passant de dégradation en dégradation de formes, se représenter, dis-je, la place que le même organe occuperait et la forme qu'il revêtirait, si l'animal était réduit aux proportions du fœtus ou de l'embryon observé. C'est faute d'avoir procédé de cette manière, que les embryologistes ont adopté le nom donné par Oken à deux proéminences abdominales que l'on observe à un certain âge du fœtus; et ce nom une fois adopté, les auteurs l'ont appliqué à deux sortes d'organes; les uns ayant pris pour les corps d'Oken les deux gemmes des membres pelviens, les deux rudiments tuberculaires des jambes, et les autres, avec Oken, ayant appliqué ce nom aux deux parois de la colonne vertébrale plus avancées en ossification que la portion médiane antérieure et postérieure.

2069. La vésicule érythroïde (*d*, pl. 19, fig. 11) de Vockels est-elle un organe normal? — Non; et ce sont de ces faits qui manquent de tant de circonstances, qu'on ne devrait jamais s'amuser à les discuter.

ANALOGIES DE L'OVULE VÉGÉTAL ET DE L'OEUF ANIMAL.

2070. Analogie anatomique ne signifie pas identité complète et durable de forme et de développement; mais identité de cadre et d'origine; la différence qui succède est l'effet d'une différente impulsion. En exposant à chaque question les analogies que présentent entre elles les formes végétales et les formes animales, notre but n'a pu être de nier les différences qui plus tard les distinguent, de confondre les tendances qui les animent et les poussent les unes dans cette direction et les autres dans une autre. Nous n'avons jamais entendu nier ces divergences, mais au contraire remonter par les divergences jusqu'à la convergence, de même que des rayons au centre, où toutes ces lignes divergentes se confondent, en un point qui est leur origine et leur unité. Nous n'avons donc jamais formulé la question de la manière ridicule suivante : Végétal = homme; topinambour = Harvey 1er ou Harvey 2e. Le public ne nous a jamais prêté une telle sottise, qui ne saurait évidemment sortir que d'un novice dans l'art d'observer et d'écrire, ou d'un homme payé tout exprès pour cela. On ne force ni on ne démontre l'analogie, on la signale; et dès ce moment il faut bien l'accepter, sous peine d'être absurde et de nier ce qu'on voit. Que m'importe que votre orgueil soit humilié d'apprendre que, dans le principe de votre noble existence, vous, et la trame de votre habit brodé, avez commencé par n'être qu'un tout petit globule, qu'aurait méconnu l'œil même de sa mère; une petite vésicule sans nom et sans dimensions appréciables? Pour moi, je suis fier de penser que la nature, notre forte et puissante mère, nous ait élevés si haut dans le cadre de la création, en nous faisant

sortir de si peu de chose ; que de la même boue pétrie entre ses doigts avec un peu de sa salive, elle ait d'un souffle fait éclore l'homme qui la comprend, et d'un autre souffle le végétal qui me nourrit ou le ciron qui me ronge. Ces considérations ne sont effrayantes que du point de vue d'un canapé ; elles deviennent d'autant plus sublimes qu'on les considère de plus haut. Que les petits esprits se récusent en semblables circonstances ; ce n'est pas pour être aperçus par eux, que la nature s'est fait grande.

2071. OVULE VÉGÉTAL.	ŒUF ANIMAL.
1° Cellule organisée, tenant par un hile plus ou moins allongé à la surface de la cellule du péricarpe.	1° Cellule organisée tenant par un hile plus ou moins visible à la paroi de la cellule de l'ovaire,
2° Il reste stationnaire jusqu'à ce que le pollen des anthères ait imprégné le stigmate de l'ovaire.	2° Il reste stationnaire jusqu'à ce que le sperme du mâle ait imprégné l'ovaire.
3° Il se compose essentiellement, avant la fécondation, d'une enveloppe externe épaisse et d'une cellule interne, dans le sein de laquelle doit germer l'embryon.	3° Il se compose essentiellement, avant la fécondation, d'une enveloppe externe épaissie et d'une cellule interne, dans le sein de laquelle doit se développer l'embryon.
4° Après la fécondation, l'enveloppe externe s'épuise peu à peu de ses sucs, s'amincit, et finit par prendre les caractères et le nom de *test*.	4° Après la fécondation, l'enveloppe externe s'épuise peu à peu de ses sucs, s'amincit ou s'ossifie, et finit par prendre les caractères et le nom de *chorion* ou de *coquille*.
5° La cellule interne profite de l'élaboration et du sacrifice du test, à la paroi duquel elle tient par un hile nommé *chalaze*, pour s'épuiser à son tour tôt ou tard au profit de l'embryon ; elle prend le nom de *périsperme* ou d'*albumen*.	5° La cellule interne profite de l'élaboration et du sacrifice du chorion, à la surface duquel elle tient organiquement par une portion de sa périphérie, c'est alors l'albumen des oiseaux ; elle s'épuise à son tour au profit de l'embryon qu'elle enveloppe ; elle amincit ses parois, et prend le nom de *vésicule* ou *membrane de l'amnios*.
6° L'embryon est, avant la fécondation, une vésicule indéterminable, émanée de la paroi interne de la vésicule périspermatique, et qui y tient organiquement par un hile lequel devient un cordon ombilical.	6° L'embryon est, avant la fécondation, une vésicule indéterminable, émanée de la paroi interne de la vésicule amniotique, et qui y tient organiquement par un *hile*, lequel devient, en s'allongeant de jour en jour, le cordon ombilical

OVULE VÉGÉTAL.	ŒUF ANIMAL.
7° A l'approche de la fécondation, et pendant les premiers temps de la maturation, tous les tissus de l'ovule, et quelques uns de l'ovaire, se colorent en purpurin par l'acide sulfurique, et renferment par conséquent en abondance du sucre et de l'albumine.	7° A l'approche de la fécondation et pendant tout le temps de la gestation, tous les tissus de l'ovule, de l'ovaire et de l'utérus se colorent en purpurin par l'acide sulfurique, et renferment par conséquent en abondance du sucre et de l'albumine.
8° L'embryon commence toujours par une vésicule.	8° L'embryon de l'adulte le plus compliqué commence toujours par une vésicule.
9° L'ovule, dont l'embryon est devenu apte à éclore par la germination, prend le nom de *graine*.	9° L'ovule, dont l'embryon est devenu apte à éclore par suite de l'incubation, prend le nom d'*œuf*.
10° L'embryon organisé en miniature se nomme *plantule*.	10° L'embryon prend le nom de fœtus, dès que ses formes commencent à se dessiner d'une manière distincte.
11° Germination, ou développement de la graine loin de la plante maternelle.	11° Incubation ou développement de l'œuf hors de la mère.
12° Gemmation, ou développement de la *gemme* parasite sur le rameau qui l'engendre.	12° Gestation, ou développement de l'œuf parasite sur la surface de l'utérus.

13° RÉSUMÉ SYNONYMIQUE.

Végétal.		*Animal.*
Ovule	=	ovule.
Graine	=	œuf.
Pollen	=	sperme.
Ovaire	=	ovaire.
Empâtement de la gemme	=	placenta ou branchie fœtale.
Test	=	coquille ou chorion.
Périsperme	=	albumen ou amnios.
Chalaze	=	adhér. de l'amnios et du chorion.
Cordon ombilical	=	cordon ombilical.
Embryon	=	embryon.
Plantule	=	fœtus.
Cotylédon	=	jaune ou vésicule ombilicale.
Germination	=	incubation.
Gemmation	=	gestation.
Fécondation	=	conception.
Dissémination	=	parturition.
Végétation	=	animalisation.

2072. En un mot, identité d'origine, différence d'aptitude et d'impulsion, et divergence de développement augmentant en proportion de la distance.

2073. Nous venons de démontrer, en ayant soin de n'employer la réfutation que dans le but de mieux tracer la marche de l'observation, et de prévenir, au moyen d'une explication de détail, une erreur nouvelle. Mais, par le temps qui court, la tâche des observateurs indépendants ne saurait s'arrêter là; on sait la leur rendre plus difficile. Nous prions nos lecteurs de croire que nous ne serions jamais descendu à relever les bizarres assertions qui seront le sujet de la réponse suivante, si elles avaient circulé sous la simple garantie de l'auteur qui les publie. Notre leçon s'adresse à ceux qui prodiguent l'argent des contribuables et celui des fonds Monthyon à de telles élucubrations; elle sera la dernière de ce genre.

§ IV. RÉPONSE SPÉCIALE A M. COSTE.

2074. Il le faut bien, monsieur, puisque vous l'exigez avec tant d'insistance; excusez-moi, si je m'y prends si tard; vos attaques, à ce qu'il paraît, font un assez grand détour, avant d'arriver à mon adresse; je ne me trouve pas souvent, vous le savez, mêlé à la foule, devant laquelle vous décachetez les lettres que vous m'écrivez; il faut que ce soit le hasard qui me fournisse l'occasion de les lire. Je trouve une nouvelle attaque, qui est la quatrième de ce genre, dans un livre que vous venez enfin de publier; et elle occupe presque le quart du volume; ce livre est intitulé : *Embryogénie comparée.* Je ne viens pas ici juger, ni de la valeur de l'ouvrage ni de la promesse du titre. Vous avez voulu avoir quelque chose de commun avec l'auteur de l'*Anatomie comparée*, avec Cuvier, qui, dites-vous, *la veille de sa mort*, c'est-à-dire à l'instant de son agonie, vous entretenait des espérances que vos tra-

vaux lui faisaient concevoir ; je prendrai seulement la liberté de vous faire observer qu'il est fâcheux, pour le succès de votre livre, que l'homme puissant soit mort, et surtout que le legs qu'il vous a laissé ne soit pas contenu dans un testament olographe. Permettez-nous donc de vous lire et de discuter vos assertions, comme si Cuvier ne vous avait pas jugé d'avance.

Vous continuez à répéter, monsieur, que j'ai refusé de répondre à vos questions et d'entrer en lice avec vous, de soutenir enfin une thèse sur la question que vous traitez. Vous savez mieux que personne que le fait est inexact ; permettez-moi de le rétablir d'après des dates positives.

Le travail qui a provoqué de ma part la critique qui, depuis bientôt trois ans, paraît troubler votre sommeil et mêler un peu d'amertume à la coupe dont vous enivre le pouvoir ; ce travail, écrit de votre propre main, fut inséré en entier dans le *journal* que je dirigeais, dans le *Réformateur*, n° 320, 25 août 1835. Huit jours plus tard, le *Réformateur* inséra, avec la même complaisance, une petite diatribe que vous adressiez à l'Académie contre Velpeau. Huit jours après, le rédacteur des séances rendit compte, presque sous votre dictée, de la réponse de Velpeau, et ce compte-rendu était malheureusement à votre avantage. Huit jours après, votre réponse à Velpeau fut insérée, comme vous l'aviez transmise au rédacteur de nos séances ; elle occupe trois colonnes du bulletin. Le lendemain, on accompagna la lettre de Velpeau d'une réponse de Thompson, réponse encore qui vous donnait gain de cause. Les pièces du procès étaient placées sous les yeux du public ; j'avais laissé à notre collaborateur une latitude sans bornes, dont il avait fait usage de la manière la plus avantageuse pour vous ; j'avais rendu hommage à la liberté de discussion, au principe de la liberté illimitée de la presse ; je vous avais laissé peut-être trop long-temps juge dans votre propre cause, pour ne pas déplaire à notre colla-

borateur, auprès duquel vous sollicitiez alors comme auprès d'un ministre, sorte de talent que je ne puis vous contester. Mais il m'était permis dès lors, monsieur, de chercher à mon tour à rendre hommage à la vérité, et de revenir sur une question, dans laquelle on vous avait laissé une latitude un peu insolite en mon absence. Je publiai donc, le 18 septembre, dans le bulletin du *Réformateur*, un examen critique des opinions que vous opposiez à Velpeau, et je signai mon article. Cet article, monsieur, motiva de votre part des démarches fort actives pour me ramener dans vos doctrines; notre collaborateur vint en personne tâcher de m'expliquer et de me démontrer le mérite de vos découvertes; vous m'adressâtes une réponse; elle était conçue dans des termes polis; elle fut insérée textuellement le 21 septembre, accompagnée de mes notes en marge. Je ne sais pas ce qui se passa sur ces entrefaites; mais il paraît que mes notes, dans la rédaction desquelles vous ne sauriez signaler un mot de répréhensible, produisirent quelque effet de nature à vous faire perdre le calme, qui sied si bien à toute discussion dont l'objet est l'étude de la création; le bruit courut qu'à la lecture de ma réponse, l'Académie, jusques alors si bienveillante envers vous, vous avait retiré un encouragement de quatre mille francs, qu'elle avait été jusque là disposée à vous adjuger sur les fonds Monthyon, d'après la proposition de votre maître Blainville. Si cela est, monsieur, il faut que vous soyez bien sensible à l'endroit de l'intérêt, et je me rends compte de votre colère si subitement allumée. Quoi qu'il en soit, votre deuxième réponse, rédigée sous une aussi fâcheuse impression, n'était pas de nature à être insérée; non pas, monsieur, que j'eusse quelque chose à redouter des insultes que vous vous y permettiez; mais j'étais dans une position telle, que j'aurais eu l'air, en y répondant, de commettre une lâcheté, et en les endurant, de déverser, sur ma réponse, l'intérêt qui pouvait s'attacher alors à ma position; ce n'est point avec de pareilles armes que je désirais vous répondre; voilà, mon-

sieur, ce qu'on ne conçoit bien qu'avec le cœur. Je pris donc le parti de laisser de côté vos injures, et de vous rappeler à la question. J'insérai, le 25 septembre, ce qui était digne d'insertion dans votre lettre, et la discussion finit là; aux yeux du public, elle n'avait pas besoin d'être continuée (*).

Vous en jugeâtes autrement; votre diatribe, à l'effet de laquelle vous attachiez un si grand prix, fut imprimée textuellement, on dit même officiellement; elle fut distribuée à profusion dans votre cours, à l'Académie des sciences, dans les rues peut-être, enfin partout où il m'était impossible alors de me trouver. Vous êtes sans doute le seul à ignorer l'effet qu'elle produisit dans le public; que vous importe, du reste? l'effet a été plus heureux au ministère. Vous avez une compensation à laquelle vous attachez un grand prix; aux yeux de Guizot, vous êtes devenu un grand savant; aux yeux de Blainville, vous êtes devenu un personnage; vous avez droit de vous asseoir chaque jour au banquet des subventions; c'est vous qui nous l'apprenez en ces termes : « Après avoir mis à notre disposition » ses laboratoires et les richesses de ses collections, M. de » Blainville a bien voulu intéresser le gouvernement, par l'intermédiaire du Muséum d'histoire naturelle, au succès de » notre entreprise; et sur la demande des professeurs de cet » établissement, le ministre de l'instruction publique, M. Guizot, à l'exemple de l'Institut, s'est empressé de mettre à » notre disposition une somme assez *considérable*, qui, réunie » à celles que nous avions nous-même consacrées à nos recherches, nous ont permis d'établir, sur des bases assez » solides (nous l'espérons du moins), la science dont nous » allons essayer d'exposer les principes. » Et les faveurs ne se sont pas arrêtées là; vous recevez quinze mille francs pour aller chercher des œufs en Allemagne et en Angleterre; on vous alloue deux gérants responsables pour assumer la rédaction de vos leçons et de vos attaques, deux rédacteurs pour vous

(*) Voyez en outre le *Réformateur*, 9 octobre, n° 365.

traduire en bon style, un dessinateur pour vous accompagner dans vos savantes et lointaines excursions, afin de surprendre plus facilement sur le fait cette nature, qui semble se replonger dans le puits, dès qu'elle s'est manifestée à vos regards. Oh! vous avez raison de le faire observer; vous offrez avec Harvey un point d'analogie incontestable; Charles Ier, roi d'Angleterre, fut moins magnifique envers cet illustre et savant embryologiste, qu'ON ne l'a été envers vous. Il y a plus, monsieur, la presse tient toutes ses trompettes à votre disposition ; les articles signés X l'inondent en votre faveur, X algébrique qui cache également, et le nom du rédacteur de l'article, et le prix de l'annonce. Or vous savez que pour nous, la presse presque entière nous est fermée par ordre, et que désormais ce n'est pas par ce côté de la publicité que nous troublerons votre bonne fortune; et avec tout cela vous pensez encore à nous! et du faîte où vos talents vous placent, vous jetez encore un regard courroucé sur ce coin de terre ignoré, où, pauvre clerc de la science, assez roturier pour savoir lire et écrire et comprendre le latin, nous sommes contraint, nous, d'observer à nos frais les œufs pondus par les poules françaises, de rédiger de notre propre main nos écrits, de prendre des croquis de notre bout de crayon ; oh! seigneur, nous ne vous croyons pas capable, sans mentir, de cet acte de modestie. Mais puisque vous avez tant fait que de déroger aux hautes habitudes, achevez votre ouvrage, et cessez de dire à vos lecteurs officiels que nous refusons de vous répondre, d'entamer une discussion avec vous, sur votre *blastoderme*, sur votre *vésicule ombilicale*, sur votre *allantoïde*, etc. ; car cela n'est pas vrai, vous le savez bien.

Mais ces sortes de discussions ne sont profitables que dans une réunion publique, en face de juges compétents, de médecins, de savants et d'élèves de nos écoles savantes; mais tous la carte au chapeau, monsieur, afin qu'il soit bien constaté que vos maîtres ne se sont pas chargés du soin de nous composer un auditoire. A ce prix, monsieur, je puis aujourd'hui me

rendre à votre invitation; et dans mes cours, je vous ai assez mis en demeure de me l'adresser, je vous ai assez souvent défié de montrer en public les faits que vous avancez; je vous réitère ce défi, et je pose d'avance la question en ces termes : Les travaux de M. Coste (ceux qu'il a publiés depuis la mort de Delpech) sont les productions les plus incomplètes et les plus erronées qui aient jamais été publiées en embryologie. Voilà la thèse générale. Voici les propositions particulières : 1° *Vous soutenez que le cordon ombilical vient s'implanter après coup sur le chorion pour former le placenta, en sorte qu'à une certaine époque l'embryon est libre de toute adhérence avec ses enveloppes.* Nous vous défions de nous montrer jamais ce fait sur un œuf quelconque; mais entendons-nous, sur un œuf disséqué en public et devant nous. 2° Ce point de votre livre nié, tout votre livre n'est plus qu'un tissu d'erreurs, car toutes vos opinions découlent de cette erreur première.

La discussion, vous le savez, n'était engagée que sur ce point, que sur l'étrange idée que vous vous êtes formée du développement du cordon ombilical; et nous vous avons répété à satiété ce défi, à satiété dans notre dernier cours public, dans le même local où vous deviez en ouvrir un après nous, ce à quoi nous avons consenti de bien bon cœur; car, vous le savez, monsieur, nous sommes partisan de la liberté illimitée, et nous ne profiterons jamais de la position avantageuse que l'indulgence des élèves est dans le cas de nous assigner, pour étouffer les réponses d'un adversaire qui émarge au ministère. Dites, monsieur, à ceux qui vous rémunèrent de se montrer aussi loyaux que nous.

Je viens, monsieur, de vous donner une leçon de bonne foi, en vous citant des dates; permettez-moi de vous en donner une sur l'art d'observer et d'interpréter les phénomènes; je le fais maintenant votre livre à la main. Dans la portion que vous me consacrez, vous avez tronqué mes phrases, altéré mes pensées, supprimé à votre fantaisie; je ne vais pas vous imiter. Vous discutez longuement; on ne discute que quand on

doute. Je ne conserve pas le moindre doute, je ne discuterai pas; je vous expliquerai la cause de vos erreurs; le public vérifiera tôt ou tard et jugera entre vous et moi; et les contribuables auront un élément de plus, pour évaluer le pouvoir de l'argent ministériel, en fait de découvertes scientifiques, quand cet argent est distribué par certaines mains et à certaines conditions. Je commence.

Voilà bientôt sept ans que vous nous parlez de vos longs travaux en embryologie; et quoique vous ne nous ayez pas révélé le chiffre auquel s'est élevée la munificence ministérielle et académique, on peut, sans exagérer, le porter, au moins pour cette année, à une trentaine de mille francs. Vous avez pu immoler, sur l'autel de vos observations, cent lapines, une cinquantaine de brebis, etc.; et au bout de ce long et laborieux enfantement, vous donnez à la science un premier volume accompagné d'un atlas de 10 planches, et vous nous en annoncez un second, pour lequel vous ne possédez pas encore un seul dessin, ni une seule note (à l'instant (15 novembre) où je vous écris ces mots, que vous lirez peut-être avant l'épreuve). Votre atlas doit être couvert de figures nouvelles, de dessins d'organes inconnus ou mal figurés! examinons-le et tâchons d'en faire l'inventaire. Votre première planche est au simple trait; ce sont, dites-vous, des coupes théoriques. La seconde ne renferme pas une seule figure qui vous appartienne; vous avez fait calquer les trois premières sur Everard Home, bien mauvais observateur, quoiqu'il fût largement rétribué; Velpeau avait copié cette figure dans son livre, bien avant vous, et c'est le même dessinateur qui vous a prêté son crayon à l'un et à l'autre; les fig. 4-8 sont empruntées à Pockels; Velpeau en avait déjà publié les principales, que nous lui avons empruntées bien réduites, mais pas encore à leur juste valeur, dans un tout petit coin de notre pl. 19, fig. 10 et 11. Ainsi rien de votre fait sur la pl. 2.

La pl. 3 renferme encore 2 figures calquées sur Hunter ou plutôt sur Velpeau, qui nous en a donné une, laquelle était

suffisante ; nous y trouvons à la vérité 6 figures qui vous appartiennent ; elles représentent les deux seuls œufs humains que vous ayez jamais disséqués de votre vie ; nous en apprécierons l'importance plus bas. La pl. 9 et la pl. 10 sont calquées sur les figures d'Owen et les reproduisent dans tous leurs détails ; elles représentent l'ovologie du kangouroo et de l'ornithorhynque ; et vous avez la bonne foi d'en avertir vos lecteurs, ce que, d'après Owen, vous auriez dû ne pas oublier dans la séance du 30 octobre (Académie des Sciences). De ces 10 pl. il vous en reste donc en propre 5, l'une consacrée à l'ovologie du chien, l'autre à celle du lapin et trois à celle de la brebis.

Or, monsieur, il n'est pas un seul anatomiste qui ne soit en état de vous dire, que ce que vous figurez, sur ces cinq planches, n'ajoute pas l'ombre d'une nouveauté aux dessins d'embryologie que possède la science. Et de tout cela un seul homme est en droit de réclamer une certaine part de gloire : c'est Chazal, votre habile dessinateur; mais il pourrait dire mieux que personne lui-même que ce n'est pas la première fois qu'il a dessiné ces objets. Il est déplorable, monsieur, je vous le dis la main sur la conscience, de consacrer un si beau talent d'exécution à des répétitions semblables, et d'aussi beaux dessins à asseoir vos idées, qui ont certainement le mérite de la nouveauté. Quant au texte, monsieur, de même que vous avez augmenté le nombre de vos planches avec les planches d'autrui, vous semblez n'avoir fait votre livre qu'avec les pages d'autrui, que vous citez longuement, et puis avec de longues diatribes, tantôt contre celui-ci, tantôt contre celui-là ; ensuite contre Velpeau, qui a eu le mérite de publier, sur l'œuf humain seul, cinq fois plus de figures originales que vous n'en publiez, originales ou non, sur six animaux différents ; enfin et surtout contre moi. Et dans ce mélange de citations et d'attaques, vous glissez de temps à autre quelques mots sur vos découvertes, ce qui les rend très difficiles à découvrir pour vos lecteurs. Voici la formule la plus claire, par laquelle il me soit possible de les rendre.

« L'embryon, dans le principe, présente deux parties distinctes, ou mieux deux lobes, un petit elliptique, et l'autre plus » grand, qui est la vésicule ombilicale. Bientôt, du côté de la » queue, le point du pourtour du rétrécissement se projette » hors du bassin, et prolonge la vésicule blastodermique, » comme l'appendice cœcal prolonge l'intestin; ce *cul-de-sac* » est l'*allantoïde*. A mesure que l'allantoïde acquiert du vo» lume, elle tend à s'appliquer sur la surface interne de la » membrane vitelline (chorion), avec laquelle elle se confond » de plus en plus; et par l'intermédiaire de celle ci, à s'acco» ler sur un ou plusieurs points des parois internes de l'uté» rus, pour former le placenta. Le pédicule de la vésicule » ombilicale s'unit à celui de l'allantoïde; et ces deux organes » subissent une torsion spirale qui les convertit en cordon » ombilical; en sorte qu'à une époque l'embryon est sans » communication directe avec ses enveloppes, et que le cor» don ombilical à une certaine époque ne tient pas au chorion. » Le feuillet externe de l'allantoïde constitue plus tard l'am» nios.» Ce sont en substance, monsieur, les choses vraiment étranges (c'est votre expression) que vous ne redoutez pas de publier sous les auspices de certains noms. Tout ce que vous ajoutez est de cette force; j'en ai assez enregistré. Avec ces chimères embryologiques, on peut aujourd'hui se créer du positif et se faire une position sociale, mais je doute qu'on se ménage les suffrages des moins habiles observateurs. Mais comment voulez-vous, monsieur, qu'on réfute des choses semblables? on ne peut le faire que par un mot, et ce mot est composé de quatre lettres.

Il est un fait qui renverse tout cet échafaudage, c'est l'existence du cordon ombilical. Vous prétendez qu'il n'existe pas à une certaine époque, et que l'embryon est alors libre de toute adhérence. Vous me sommez de vous prouver le contraire. Il me suffit de vous présenter des œufs dans lesquels le cordon ombilical adhère, et jusqu'à présent ni les anatomistes ni moi n'avons pu en rencontrer d'autres. Vous

nous répondez que ces œufs sont trop avancés en âge ; on vous prie de nous communiquer les vôtres en public ; vous fermez l'oreille ; seulement vous accordez un jour cette faveur à un anatomiste de la capitale, qui voulut juger de la valeur de notre polémique ; et malheureusement on trouva que l'embryon adhérait bel et bien au chorion ; sur quoi vous avez répondu que cet œuf humain n'était pas encore assez jeune. Eh bien ! je vous réitère pour la vingtième fois le même défi, qui est de nous montrer un œuf humain dont l'embryon ne soit pas encore attaché aux enveloppes. Lorsque je vous adressai cette invitation, à vous embryologue officiel et doublement patenté, permettez-moi la métaphore, vous n'aviez encore ouvert que deux œufs humains. Il y a de cela déjà quatre grandes années. Vous avez dû vous munir depuis ce temps d'une collection plus considérable ; vous êtes en demeure ; nous sommes prêt à être réfuté. Je conçois comme vous, monsieur, combien il est difficile de rencontrer des œufs humains expulsés assez jeunes, pour remplir les conditions que vous exigez. Je conçois encore que la munificence qui vous a permis d'immoler des hécatombes à la Lucine embryologique, ne soit pas inépuisable; mais pourquoi chercher si loin et tant de fois la solution d'un problème qu'il est si facile de résoudre avec les œufs de nos basses-cours ? Pouvez-vous, monsieur, trouver des œufs plus jeunes que les œufs non encore couvés ? Or, vous pourrez voir de vos propres yeux, maintenant que vous en êtes averti, et en suivant le procédé ci-dessus indiqué (2033), procédé tout simplement culinaire, vous pourrez voir que le germe ou vésicule de Purkinje tient au jaune organiquement ; que le jaune tient au blanc organiquement et par un point (*om*, fig. 22, pl. 19), qui plus tard (fig. 20, *om*) est incontestablement le cordon ombilical. Vous le voyez sur l'œuf le plus jeune que nous puissions observer, le cordon ombilical existe ; il sert de lien et de point de communication à toutes les pièces de l'œuf. Voilà des sujets, ne différez pas de nous réfuter ;

mais pas par écrit, monsieur; car il est possible que vous éprouviez du plaisir et que vous trouviez de l'intérêt à charger vos scribes de nous attaquer; mais, je vous le déclare franchement, je n'ai ni plaisir ni intérêt à vous répondre; je suis fâché de vous le dire, mais je sens que cela n'en vaut pas la peine, et je suis pressé de faire mieux. Voilà la question véritable, d'où vous avez tort de sortir, pour nous demander de vous expliquer ce que vous avez vu, ce que vous entendez par *blastoderme*, par *tache embryonnaire*, par *membrane adventive*, etc.; à peu près comme un homme qui nous dirait, en nous montrant le poing : devinez ce que je tiens dans la main.

Cependant, maintenant que vous avez daigné ouvrir le poing, et nous montrer ce que vous serriez alors dans la main, il nous sera facile de vous expliquer ce que vous croyez tenir; et afin de le faire d'une manière plus intelligible pour tout le monde, nous nous sommes décidé à vous copier, je me trompe, à copier deux des dessins dont Chazal a enrichi votre livre; vous les reconnaîtrez sans doute fig. 12 et 13 de notre pl. 19. Nous y avons joint la figure infiniment réduite d'un œuf avancé de brebis, telle qu'on la trouve non pas dans votre livre, mais dans presque tous les ouvrages d'embryogénie. Ces trois figures nous serviront à vous expliquer ce que vous croyez avoir vu.

1° Dans l'œuf des mammifères non fécondé, vous distinguez une membrane externe que vous nommez membrane vitelline, une masse granuleuse, et une vésicule que vous comparez à celle que Purkinje a trouvée dans l'œuf des oiseaux. Vous commettez en cela une triple erreur; votre membrane vitelline et votre masse granuleuse appartiennent à la substance de la même enveloppe, qui est très épaisse à cette époque proportionnellement à la plus interne; c'est le chorion futur. Ce que vous désignez sous le nom de vésicule de Purkinje, est l'amnios central, l'amnios à cette époque organisé et non épuisé; c'est l'analogue du périsperme non

encore fécondé des plantes, et de l'albumen de l'œuf des oiseaux : la vésicule de Purkinje est le germe bien visible appliqué sur le jaune ou vitellus des oiseaux.

2° Dans l'œuf après la conception, ce que vous désignez sous le nom de membrane externe est le chorion aminci sur son pourtour; et votre vésicule blastodermique est l'amnios non encore épuisé; c'est l'analogue du blanc de l'œuf. Il ne faut pas croire, en effet, que le développement organique soit une permutation continuelle d'organes, un changement à vue, pour ainsi dire, comme nos publications actuelles ne sont le plus souvent qu'un changement de nomenclature. Ce que nous voyons grand a commencé par être petit, et ce que nous voyons petit a commencé par être infiniment petit; voilà ce qu'il ne faut jamais perdre de vue, si l'on désire n'être pas exposé à prendre les termes de la progression organique pour autant d'existences indépendantes et éphémères.

3° Il paraît que c'est sur l'œuf de la brebis que vous avez assis pour la première fois vos idées; eh bien! monsieur, vous avez été malheureux dans votre choix. Cet œuf, qui porte des cornes, vous a trompé par cette structure exceptionnelle. Ce que sur vos figures vous prenez pour l'allantoïde est tout simplement le placenta qui commence à devenir vasculaire, et dans le sein duquel, plus tard, doit se former l'allantoïde; et ce que vous indiquez sous le nom de vésicule ombilicale double, est la charpente organisée de chacune des cornes de l'œuf; c'est sa moelle, si je puis m'exprimer ainsi; c'est l'organe par lequel chaque corne se développe chaque jour, et s'insinue dans la corne correspondante de l'utérus de la brebis. Si vous aviez étudié des œufs humains en plus grand nombre, à une époque de la gestation assez avancée, vous auriez pu trouver, dans la substance interne du placenta fœtal, de ces nervures tendineuses en grand nombre, qui, au même titre, deviendraient tout autant de vésicules ombilicales.

Soit, en effet, la fig. 18, pl. 19, de notre présent ouvrage. Dans le principe la portion (*at*) qui ici est réellement l'allan-

toïde pleine du liquide allantoïdien, dans le principe cette vésicule est perdue dans le tissu du placenta, qui ici s'étend en deux cornes (*pc*), et qui alors affecte la forme de l'allantoïde âgée et complète; et ces deux cornes ne sont autre que des prolongements non vasculaires, d'une grande blancheur, qui, à la veille de la parturition, se fanent faute d'emploi, comme on le voit en (β). Ce sont ces prolongements qui sont, pour ainsi dire, la gemme et le bourgeon terminal de ce développement, et qui deviennent vasculaires, et poussent un cotylédon de plus (2035), à mesure qu'ils gagnent du terrain. Or, tout développement a un centre d'élaboration; à l'âge avancé de l'œuf on voit ce centre comme médullaire en (α). Eh bien! monsieur, c'est cette nervure centrale qui existe à toutes les époques, c'est elle-même, ne vous déplaise, que vous avez eu le malheur de désigner comme l'analogue de la vésicule ombilicale des oiseaux. Singulière analogie, qui assimilerait un double prolongement sortant du ventre de l'animal pour s'avancer avec les cornes de son œuf, à une vésicule dont le caractère, pour me servir des expressions des embryologues, est d'entrer dans le ventre du fœtus qui se développe. En vérité, monsieur, à vous entendre tant déclamer contre l'analogie qui n'est pas de votre fait, on ne se serait pas attendu à vous voir trouver de l'analogie entre ce qui sort et ce qui rentre.

Or, si votre erreur est de la sorte rectifiée, comme vous avez vu, ce qui est vrai, qu'à toutes les époques l'embryon tient et à votre *allantoïde* et à votre *double vésicule ombilicale*, qui toutes les deux ne sont que le *placenta*, vous avez vu que l'embryon tenait à ses enveloppes par son ombilic, par son cordon ombilical, qui à toutes les époques est à l'endroit marqué (*c*), sur la fig. 18, pl. 19 de notre ouvrage.

4° Passons maintenant aux deux seules figures dont vous ayez enrichi l'ovologie humaine, et que je vous ai empruntées sur la pl. 19, fig. 12, 13. La fig. 13 n'offre rien de si extraordinaire; Velpeau en a publié une vingtaine avec les accidents

de la vôtre. (*c*) représente le chorion, (*c'*) les villosités du chorion, (*b''*) l'amnios; jusque là tout est bien, vous êtes dans le vrai, qui est fort ancien. Vous voyez en (*o*) la vésicule ombilicale; cette opinion est de Velpeau; nous avons démontré, je le pense, ce qu'elle pouvait être; mais surtout qu'elle ne saurait être la vésicule ombilicale (2056). Si dans l'œuf (fig. 19, pl. 19, de notre ouvrage) l'amnios (*am*) ne s'était pas développé, qu'il fût resté en germe, il aurait été certainement pour Velpeau et pour vous la vésicule ombilicale. Mais voici une explication qui vous est propre; vous trouvez en (*e*) le pédicule de l'allantoïde; et dans les vaisseaux (*e''*), les vaisseaux allantoïdiens qui ramperaient sur la surface interne du chorion, et qui seraient les seules traces de la vésicule allantoïde. Il faut, monsieur, que vous vous soyez fait une bien singulière idée de la structure vasculaire des organes, pour admettre qu'un organe disparaisse sans ses vaisseaux, pour croire que son système vasculaire soit dans le cas de lui survivre et de s'appliquer, comme un squelette, sur la surface d'un autre organe. Les vaisseaux que vous voyez là sont ceux qui arrivent au placenta fœtal, qui sont une expansion des vaisseaux ombilicaux; et l'allantoïde de cet œuf n'existe que dans votre imagination. Tâchez une autre fois de la montrer au public avec des caractères moins équivoques et moins bizarres.

L'œuf que nous avons reproduit sur la fig. 12, pl. 19, offre des caractères plus prononcés. (*c*) étant le chorion, (*d*) ses villosités, (*b''*) l'embryon enveloppé dans son amnios, ce qui est vrai d'après tout le monde; vous admettez que l'ampoule (*e*) est l'allantoïde et (*o*) la vésicule ombilicale. Mais sur quels caractères vous fondez-vous? pourquoi (*e*) ne serait-il pas la vésicule ombilicale et (*o*) votre allantoïde? je leur trouve exactement la même forme, la même position. Révélez-nous le secret de la différence. Mais pourquoi, monsieur, avez-vous manqué une occasion d'une aussi belle analogie? pourquoi ne pas voir dans les deux ampoules (*o* et *e*),

l'analogue des deux vésicules ombilicales que vous avez attribuées à la brebis, sauf à nous placer l'allantoïde dans un coin quelconque du chorion, comme un organe dont il ne reste plus de traces. Non, monsieur, ces deux ampoules ne sont rien de tout cela, car vous n'avez aucune raison pour nous le dire; votre opinion est dépourvue absolument de preuves. Ces deux ampoules ne sauraient être en aucune manière ce que vous dites; d'abord, parce que ce n'est pas là la place de la vésicule ombilicale, qui n'est jamais séparée du ventre du fœtus par une membrane amniotique, mais qui fait toujours partie du fœtus lui-même; parce que ce n'est pas là la place de l'allantoïde, laquelle n'a jamais une membrane propre et indépendante du tissu du chorion placentaire, laquelle ne s'insère pas sur le même point que l'amnios et parallèlement avec lui, mais n'est que l'expansion du canal, qui se rend par le cordon ombilical jusque dans le cloaque et la vessie.

Est-il besoin de vous déterminer ce que vous avez vu? ne l'avez-vous pas deviné d'avance par ce que nous avons dit plus haut? Voyons, je vais vous y conduire comme par la main. Vous admettez, sans doute, que le même chorion soit dans le cas de renfermer trois amnios, comme il en renferme deux sur l'œuf de la fig. 19. Allons, un peu de complaisance, ne niez pas cela. Mais n'admettez-vous pas, avec la même bonne foi, qu'il puisse arriver des cas, où deux de ces amnios restent stériles, quand le troisième a une tendance prononcée à se développer. Or, si l'œuf, ainsi frappé d'atrophie dans les deux tiers de ses germes, est expulsé le vingtième jour, sous quel aspect vous apparaîtront les trois germes? exactement comme vous nous dites les avoir vus, tous trois implantés sur le chorion, comme trois petites ampoules, à travers l'une desquelles se dessinera l'embryon. Encore un petit mot, s'il vous plaît, et si je n'abuse pas de votre patience; n'auriez-vous pas remarqué que ces trois ampoules tiennent également au chorion? or, comment concevoir cette adhérence, si l'embryon ne

tient au chorion, comme l'admet votre doctrine, qu'après que l'allantoïde est venue, de l'ombilic de ce fœtus, s'implanter sur le chorion, et y former le placenta enfin? Vraiment la figure que vous nous donnez est en flagrante contradiction avec cette hypothèse, puisque l'embryon tient déjà au chorion, alors que votre allantoïde est libre par son extrémité opposée à l'embryon.

Je m'arrête, monsieur; j'ai peut-être trop accordé au préjugé, en vous écrivant une lettre si longue; et mes lecteurs auront de la peine à me pardonner l'importance que ma missive prête à vos opinions. Mais j'avais une leçon à donner non pas à vous, monsieur, mais à vos Mécènes, dont l'importance est un fait, sinon un droit, qu'on ne saurait se dissimuler; je l'ai mise à votre adresse; mais ce sera pour la dernière fois; je ne vous répondrai désormais plus que par le silence; je vous ai dit tout ce que j'avais à vous dire. Distribuez des diatribes dans vos cours, pour remplir les lacunes de vos leçons orales; demandez, s'il le faut, deux scribes de plus pour formuler et rédiger vos opinions, et s'en constituer gérants responsables. Pour moi je n'ai ni chaire, ni scribes, ni Mécènes; il ne me reste qu'un petit bout de plume qui est occupé ailleurs qu'en votre endroit, et un public de lecteurs, qui ne sont pas assez riches pour me fournir les fonds d'une missive inutile, et qui attendent de moi autre chose qu'un cours élémentaire d'observation à votre unique usage. Je vous quitte, pour revenir à eux, qui n'auront peut-être pas le privilége de lire ma réponse avant vous; vous aurez ainsi tout le temps d'en amortir l'effet d'avance: je n'y tiens nullement. R.

NEUVIÈME ESPÈCE.

Tissus vasculaires.

2075. Une des conséquences principales de la *théorie spiro-vésiculaire*, c'est que dans le principe, les vaisseaux de la circulation n'ont aucune paroi qui leur soit propre, et

que leur capacité n'est formée que par le dédoublement des deux cellules contiguës, qui puisent leur nutrition dans le torrent qui coule contre leurs parois. Mais de même que ces sortes de dédoublements canaliculés s'ossifient et s'incrustent de sels calcaires, et semblent dès lors acquérir une existence indépendante, de même les parois qui circonscrivent le torrent de la circulation, plus favorisées que les autres portions de la cellule, plus voisines de la source où l'élaboration puise ses matériaux; ces parois ambiantes, dis-je, doivent prendre un développement d'autant plus considérable, que la cellule à laquelle elles appartiennent se sera élevée à une plus grande puissance, et sera douée d'une plus grande énergie d'aspiration. Le vaisseau diminuera donc progressivement de calibre, à mesure qu'il s'éloignera du centre, et qu'il s'approchera des extremités. Son summum d'accroissement sera vers le cœur, son *minimum* aux capillaires et aux lymphatiques; et sur les capillaires, il sera impossible de distinguer la ligne de démarcation qui le sépare de la cellule.

2076. Or, les parois aspirantes et expirantes doivent finir par prendre les caractères d'un tissu musculaire; et ce caractère se fait éminemment remarquer sur les vaisseaux d'un gros calibre. Mais la démonstration de cette dernière proposition suppose certaines notions que nous fournira l'analyse du sang; nous renvoyons donc à ce chapitre, sur toutes les questions qui tiennent au système vasculaire : liquides et tissus.

DIXIÈME ESPÈCE.

Tissus glandulaires.

2077. Nous avons fait connaître plus haut la structure intime de la glande lacrymale du lapin (1618) (pl. 18, fig. 1 et 2). Nous avons vu que cette glande est un emboîtement de cellules, enveloppées par une cellule générale, qui est elle-même renfermée dans une cavité, et libre de toute adhérence sur

toute sa surface externe, à l'exception d'un point par lequel elle tient à la paroi de la cavité, dans le sein de laquelle elle a pris naissance, et ce point c'est le *hile*, ou son *cordon ombilical*. Eh bien! c'est là la structure anatomique de toutes les glandes animales; nous serions arrivé au même résultat, en prenant pour sujet d'étude les glandes d'une tout autre région; et si nous avons donné la préférence à celle-là, c'est uniquement parce que ses dimensions occupent le moins de place, et que son tissu est plus lâche et moins compacte. Mais prenez le thymus des jeunes veaux, les glandes salivaires et mammaires, les glandes ou capsules atrabilaires, les reins enfin eux-mêmes dans certains animaux; et vous aurez toujours devant les yeux, un organe libre enfermé dans une capacité cellulaire, aux parois de laquelle elle tient par son hile seulement; un organe qui lui-même se compose d'une enveloppe générale recouvrant un nombre plus ou moins grand d'organes de moindre dimension, mais qui présentent le même type et le même genre d'insertion, qui renferment à leur tour chacun un certain nombre d'organes de même structure et de moindre dimension, et ainsi de suite, jusqu'à ce que le scalpel et l'œil soient arrivés aux dernières limites de l'observation. Enfin, la structure des glandes est la même anatomiquement que celle d'une masse adipeuse quelconque (1487); et ce qui est encore plus désespérant pour nos méthodes d'observation, c'est que, lorsqu'on peut arriver jusqu'à la cellule dernière en formation, on la trouve chez les glandes, comme chez le tissu adipeux, remplie d'une substance oléagineuse, qui s'échappe en gouttelettes à la surface de l'eau du porte-objet.

2078. Et pourtant chacune de ces glandes a une élaboration spéciale; chacune d'elles préside à des sécrétions d'une nature diverse; chacune d'elles fournit à l'élaboration d'un organe distinct, et préside à une fonction de la vie; c'est-à-dire que la science actuelle ne découvre les différences des glandes que dans leurs effets et non dans leur essence, dans les résultats de leur élaboration, et non dans leur mécanisme

ou dans leur structure, dans leurs sécrétions enfin et non dans leur composition.

2079. C'est le même liquide, c'est le même sang qui fournit à l'élaboration de toutes les glandes; les vaisseaux arrivent, veines et artères, à leur *hile*, pénètrent et se répandent par ce point, sur toute la surface de l'enveloppe externe, d'où ils pénètrent, par le *hile* encore, dans les enveloppes secondaires, puis de la surface de celles-ci dans les enveloppes tertiaires, et toujours encore par le hile de celles-ci, et cela jusqu'à la dernière de toutes, à celle qui élabore, et dont les dimensions exiguës ne se prêtent plus à une vascularité appréciable.

2080. Appliquons à l'étude des glandes la méthode nouvelle d'induction, qui prend l'organe à son plus grand état de développement, et redescend par la pensée, de dégradation en dégradation, jusqu'aux dimensions qu'il revêtait à sa naissance, méthode à laquelle l'analogie devra un jour ses plus belles révélations; et sur ce point je ne me fais pas illusion.

Soit un rein pris sur un animal adulte; supposons que l'animal ayant 140 centimètres de long, le rein ait, dans son plus grand diamètre, 4 centimètres; nous lui trouverons environ deux centimètres, lorsque l'animal sera étudié à l'époque où il n'a encore que 75 centimètres. Continuons à prendre comparativement les rapports de l'organe à l'animal, et nous aurons,

Rein = 1 centim., l'animal étant long de 37 centim. 50;
Rein = 5 millim., l'animal étant long de 18 centim. 75;
Rein = 2 millim. 5, l'animal étant long de 9 centim. 37;
Rein = 1 millim. 25, l'animal étant long de 4 centim. 68;

enfin, lorsque l'animal, à l'état de fœtus informe, n'aura encore que un centimètre de long, le rein n'aura environ que $\frac{1}{37}$ de millimètre; il ne sera visible qu'au microscope et à un grossissement supérieur; il ne se distinguera en rien d'un granule de graisse (1472); la capsule qui le recouvre, et à laquelle il tient par son gros *hile* chez l'adulte, ne sera alors qu'une cellule ordinaire du tissu cellulaire ambiant. Enfin

ce rein, quoique existant réellement, se perdra comme un globule, comme un point sans nom et sans caractère, dans les tissus ambiants, lorsque le fœtus sera réduit à la dimension d'un grain de millet.

ONZIÈME ESPÈCE.

Tissus parasites et adventifs.

2081. Je comprends sous ce nom les tissus organisés, qu'un accident, dont il s'agit de déterminer la nature, fait naître sur la surface des organes, et qui s'y développent d'une manière plus ou moins durable, comme des organes *suî generis*, comme des glandes spéciales (2077).

Nous les diviserons, 1° en *tissus parasites de l'épiderme* ou parasites de la surface externe du corps; 2° *tissus parasites des membranes muqueuses*, c'est-à-dire des parois des cavités qui communiquent avec l'air extérieur; 3° *tissus parasites des membranes séreuses*, c'est-à-dire des parois des cavités sans communication avec l'air extérieur.

§ I. TISSUS PARASITES DE L'ÉPIDERME.

2082. Tout le monde connaît ces productions cutanées qui soulèvent la peau, s'infiltrent d'abord de sang, puis de pus, et tombent ensuite comme une croûte corticale. Ces boutons offrent à toutes les époques une différence caractéristique, qui les distingue au premier coup d'œil des excroissances cornées, que nous avons dit émaner des nerfs (1858). Productions superficielles, les unes ne gagnent presque qu'en surface et fort peu en profondeur; elles se propagent en plaques, se disséminent de distance en distance, et ne pénètrent jamais dans les couches sous-dermiques. Mais les autres, qui semblent occasionner des ravages plus profonds, sont celles qui s'attachent au point de jonction des surfaces épidermiques et des muqueuses, et rongent les parois, en les attaquant par deux

surfaces à la fois. Il semble que l'air soit nécessaire à leur développement à toutes, et la lumière à quelques unes.

2083. Quelle est l'origine de ces superfétations toujours incommodes, souvent dévorantes et mortelles ? sont-elles des produits spontanés, ou des effets d'une cause susceptible d'être appréciée ? Demandons à l'analogie la solution de la question ; et par l'étude de quelques unes de ces productions, apprenons à les expliquer toutes.

2084. Il est reconnu que la piqûre de certains insectes détermine sur la peau une ampoule qui rougit, s'enfle et se résout en pus. Or, parmi ces insectes, les uns, comme les cousins, insinuent leur trompe dans la peau, pour aller puiser leur pâture jusque dans le sang des capillaires, qu'ils aspirent. Ils perforent donc la paroi d'un vaisseau, le mettent en communication avec les cellules épidermiques par une ouverture artificielle ; et quand l'animal repu retire sa trompe, il ne saurait manquer d'attirer le sang par le jeu de son aspiration, comme le ferait une ventouse ; le sang s'extravase, jusqu'à ce que l'épiderme ne se prête plus à l'effort qui le distend ; il se produit un petit anévrisme, où le sang séjourne, mais où il ne saurait rester stationnaire sans se décomposer et se décolorer. Les produits de cette décomposition seraient moins inoffensifs, si l'ouverture artificielle était permanente et donnait passage au pus, comme elle a donné passage au sang ; mais elle est trop petite pour qu'elle tarde à se refermer.

2085. D'autres insectes produisent ces *phlyctènes*, dans le but de satisfaire leur vengeance plutôt que leur appétit ; ils piquent avec un dard empoisonné, plutôt qu'avec une trompe alimentaire; telles sont les guêpes et les abeilles; et leur piqûre offre les mêmes résultats ; chaque bouton est un élément de fièvre, qui devient mortelle, lorsque les éléments en sont trop nombreux.

2086. La piqûre de la punaise et celle de la puce sont produites par un suçoir, comme chez le cousin, et causent proportionnellement les mêmes effets que toutes les autres piqûres.

2087. Le pou opère des effets différents; sa morsure n'enfle pas le tissu, mais le désorganise; l'épiderme ne s'infiltre pas, mais il se mine et se détache par plaques, sous lesquelles cette vermine se loge, pour miner avec plus d'impunité encore. Le cuir chevelu de certains enfants se couvre de la sorte de croûtes dégoûtantes, dont nous connaissons à l'œuvre les auteurs, et que nous nous gardons bien de considérer comme des productions spontanées, comme des foyers maladifs *suî generis*.

2088. Lorsqu'on se promène en souliers, immédiatement après la moisson, dans les champs élevés des environs de Paris, on en revient la jambe couverte de boutons rouges; et on ne tarde pas à éprouver par le repos une démangeaison, cause de la plus violente insomnie. Si on examine à la loupe ces petites ampoules, on y remarque un petit acarus tout rouge, que les paysans désignent sous le nom de *rouget*, qui offre à peine l'apparence d'un point, et qui se tient attaché à sa proie avec une opiniâtreté que le frottement ne peut vaincre; il a pénétré sous l'épiderme. J'ai fait l'épreuve de ce supplice, en 1823, au château de Guermantes près Lagny, et nul promeneur n'en était exempt, pas plus l'homme des champs que le beau sexe. Le seul remède à la torture est de noyer le vampire microscopique, de prendre des bains de jambes, et de mettre ses bas à l'eau. La peau n'en est pas moins couverte de boutons que des médecins non prévenus ont souvent confondus avec les boutons de la véritable gale; car il arrive que l'animal s'attache aux jointures des doigts et à la main, quand on a l'imprudence de se reposer sur la terre.

2089. Nous venons de citer la gale, et pendant long-temps l'origine des boutons qui caractérisent cette maladie a été assez problématique, pour que nous nous croyions dans l'obligation d'accompagner l'étude de cette maladie de quelques documents historiques, qui fourniront en même temps un exemple de l'art d'observer, et une preuve en faveur de l'in-

faillibilité académique, et de l'influence heureuse que les corps savants exercent sur le progrès (*).

2090. HISTORIQUE DE LA DÉCOUVERTE DE L'INSECTE DE LA GALE (pl. 15). — De temps immémorial, les habitants des provinces méridionales de l'Europe ont connu un insecte, que les femmes retirent avec une épingle des boutons de la gale, et qu'elles écrasent sur l'ongle, comme un pou ordinaire. Dès le douzième siècle, Abynzoar en fait mention. Dès 1682, on trouve l'insecte représenté, dans les *Acta eruditorum*, sous les traits que nous avons fait calquer (fig. 16, pl. 15). En 1687, Bonomo le dessina de son côté, sous les traits un peu moins informes des fig. 14 et 15, que nous avons calquées d'après lui, avec l'un des œufs (α), qu'il pond très souvent sous les yeux de l'observateur.

Degeer, à son tour, eut l'occasion de l'observer, et il le reproduisit vu par dessous (fig. 11), et vu par dessus (fig. 12). Il est des faits classiques en histoire naturelle, qui s'appuient sur bien moins de témoignages.

Et pourtant tout-à-coup les médecins français se prennent à révoquer en doute l'existence de l'insecte de la gale, et à reléguer, dans les fables et les croyances des bonnes femmes, ce que les témoins oculaires nous rapportaient de l'habitude cosmétique des femmes du Midi. Ceux qui cherchèrent à voir l'insecte de leurs propres yeux, n'ayant rien pu trouver, nièrent positivement; ceux qui relurent les auteurs à cette occasion, doutaient, lorsqu'à leur grande satisfaction, J.-C. Galès, élève natif de la Haute-Garonne, vint trancher la question dans une thèse sur la gale; il annonça avoir découvert l'insecte dans plus de deux cents pustules; il le montra à toutes les illustrations entomologiques les plus compétentes de l'une et l'autre académie; Leroux, Bosc, Olivier,

(*) Voyez *Annal. des sciences d'observat.*, tom. II, pag. 446; tom. III, pag. 298, 1830. — *Lancette française*, 15 août 1831. — *Mémoire comparatif sur l'hist. naturelle de l'insecte de la gale*. in-8°, Baillière, 1834.

Latreille, Duméril, Pelletan, Thillaye, Désormeaux, Richerand, Delaporte, Alibert et Dubois, furent témoins et garants de sa découverte; et pour qu'il ne manquât rien à la démonstration, le dessinateur le plus correct du Muséum, Meunier, fut chargé de nous en donner la fidèle image, que nous avons reproduite par le calque sur la fig. 17, pl. 15; l'animal est vu par le dos en (*a*), de profil en (*b*), par le ventre en (*c*), à l'état jeune et n'ayant encore que six pattes en (*d*); ses œufs sont en (*e*).

Cependant il resta encore de ces incrédules, qui ne se contentent pas de lire, mais qui veulent voir et toucher; et ceux-là eurent beau se mettre à la recherche de l'insecte, et à la vérification de la découverte de Galès, leurs tentatives ne furent pas couronnées de plus de succès qu'auparavant; l'insecte mystérieux se refusa à toute autre évocation qu'à celle de l'étudiant, et pour tout autre, il persista à s'enfermer dans son ampoule; ce qui fit dire dix-huit ans après aux observateurs désappointés, qu'il n'y était pas. Le démenti était formel; un défi de 100 écus fut lancé par Lugol aux partisans de l'existence de l'insecte. Ni Galès ni aucun partisan ne se montrèrent pour ramasser le gant. Le fait était assez bizarre; il en devenait même très piquant. Un de mes élèves, le docteur Meynier, de Marseille, me prêta le secours de son zèle pour m'occuper de la question. Sur le produit de deux ou trois cents pustules qu'il m'apportait chaque jour et que j'observai avec le plus grand soin, je ne surpris que des grumeaux albumineux, et pas la moindre dépouille d'un insecte. Cependant, me disais-je, Degeer, dont la bonne foi n'a jamais inspiré le plus petit soupçon, a figuré l'insecte; Galès l'a montré à Lamarck et à Latreille; comment se résoudre à croire que trois célèbres entomologistes aient été dupes d'une illusion inqualifiable?

J'eus recours aux figures des auteurs, que je réunis sur la même planche, afin de mieux en saisir les rapports. Or, je m'aperçus qu'à la rigueur les fig. 16, 14 et 15, pouvaient

être considérées comme le trait plus ou moins altéré des fig. 11 et 12, qui sont celles de Degeer. Mais comment penser que les fig. 17, qui sont celles de Galès, eussent été prises sur le même animal que la fig. 16, qui est celle des *Actes des érudits*, que les fig. 14 et 15, qui sont celles de Bonomo, de Bonani et de Backer, enfin que les fig. 11 et 12 qui sont celles de Degeer? il me revint certaines circonstances qui me rappelèrent l'insecte du fromage et de la farine gâtée; et quelle ne fut pas ma surprise, dès le moment que j'eus placé quelques uns de ces parasites sur le porte-objet du microscope; je restai convaincu que l'étudiant des bords de la Garonne avait commis le plus beau tour d'écolier qu'aient jamais eu à enregistrer les fastes de la science; car pendant dix-huit ans, il avait fait prendre, aux célébrités académiques, l'insecte de la farine pour celui de la gale; et ce qui était encore une bonne fortune pour cette petite découverte, c'est que le crayon de Meunier, qui certainement n'était point complice du stratagème, avait rendu au contraire l'insecte soumis par Galès à son observation, avec une fidélité et une élégance, qui ne laissent rien à désirer, comme pièce de conviction.

Mais tout n'est pas fini quand on a surpris une forfaiture qui s'est rangée sous un illustre patronage; il faut démontrer, et je connaissais les obstacles. Par la méthode ordinaire, me disais-je, il faut dix ans pour faire passer une vérité dans leur science. Mais puisqu'ils tombent si facilement dans le piége, je vais leur démontrer l'erreur par un piége à mon tour; et ce fut le docteur Meynier qui se chargea de l'exécution du plan.

On prévint Lugol que le pari était gagné, que l'insecte de la gale était retrouvé; on annonça une séance publique pour le remettre en lumière; les incrédules s'y rendirent en masse; on amena les corps du délit, les galeux de l'hôpital Saint-Louis; le plus beau microscope fut dressé sur la table; les assistants, crainte d'un stratagème, demandèrent

à grands cris qu'on ne fît usage que d'eau distillée ; un médecin se chargea de piquer lui-même une pustule, et d'en transporter le produit sur le porte-objet ; le docteur Meynier étala la gouttelette, afin de la rendre plus visible au microscope, après avoir eu la précaution de s'enfariner les ongles avec de la sciure de fromage, qu'il tenait dans sa poche ; et à tour de rôle tous les assistants virent un bel insecte qui marchait, remuait ses huit pattes, que l'on compta une à une ; on ouvrit la thèse de Galès ; et, ô merveille ! on trouva que jamais auteur n'avait fait figurer l'insecte de la gale sous des traits plus ressemblants ; J. Cloquet, présent à la séance, s'écria même : *C'est bien lui, je l'ai vu cent fois déjà sur les galeux !* Ainsi la mystification nous avait réussi, comme à Galès lui-même ; nous venions de voler cent écus, avec la même facilité qu'il avait volé dix-huit ans de citation et de gloire. Mais nous restituâmes ; ce qu'il n'a pas fait ; et la démonstration finit par un éclat de rire ; l'expédient avait réussi.

Je profitai de la bonne disposition des esprits, pour publier une dissertation destinée à fixer pour l'avenir les termes de la question.

J'y établissais que J.-C. Galès avait mystifié les savants dans sa thèse inaugurale ; qu'il leur avait montré l'insecte du fromage pour l'insecte de la gale ; mais que de cela, il ne fallait pas induire que l'insecte de la gale n'eût jamais existé, qu'il fallait seulement conclure, dans le cas où on ne le retrouverait jamais à Paris, ou bien que l'insecte est le parasite et non l'artisan de la gale, ou bien que la gale septentrionale n'est pas la même maladie que la gale des provinces méridionales : et je présageai que tôt ou tard on retrouverait l'insecte avec les formes que Degeer lui avait reconnues. La dissertation était accompagnée d'une planche contenant toutes les figures, que les observateurs avaient données jusqu'alors de l'insecte de la gale, y compris les figures subreptices de Galès. Galès garda le silence ; mais il n'en fut pas de même de l'un de ses collaborateurs ; celui-ci, désireux

de rétablir l'authenticité du travail classique, fit annoncer dans les journaux une séance publique à l'Hôtel-Dieu, dans laquelle il promettait de montrer l'insecte de la gale à tous les assistants. La chose était si certaine, qu'il fit imprimer par anticipation le programme, avec les formes d'un procès-verbal; et en entrant en séance, le 22 octobre 1829, on nous distribua le compte-rendu, non pas de ce que nous allions voir, mais de ce que nous avions vu. Thillaye fut invité avec le beau microscope de la Faculté; Delestre tenait son crayon tout prêt au service de l'investigateur; un vaste bain de sable, maintenu chauffé à 24°, était couvert de verres de montre destinés à recevoir en serre chaude l'insecte précieux. Mais les verres de montre attendirent en vain; cent et deux cents piqûres ne fournirent que des résultats négatifs; et le combat finit faute de combattants, et surtout faute de patience. Une seconde séance n'amena pas de résultats plus heureux; Dupuytren, qui présidait, invita le démonstrateur à retirer son programme, qui avait l'air d'un procès-verbal; mais notre habile observateur répondit au conseil, en enrichissant ses quatre pages imprimées d'une planche portant en titre : *Sarcopte de la gale humaine trouvé et dessiné par M. Patrix, le* 26 *mai* 1812. Pour compléter la collection, nous avons fait calquer les dessins de Patrix, fig. 15, pl. 15; nos lecteurs ne seront pas embarrassés d'y reconnaître une ébauche grossière des fig. 17. Quant à nous, nous avons la certitude qu'elles ne sont qu'un calque des figures de la farine, que Bonomo a jointes à celles qu'il publia de l'insecte de la gale, en 1692.

Nous ne laissâmes pas que de profiter de cette double perte de temps, pour mettre sous les yeux des assistants, et les figures du mystificateur, et l'original de la mystification; ce qui fit que, pendant quelque temps, les marchands du voisinage vendirent plus cher le fromage gâté que le fromage ordinaire. Ce que c'est que l'occasion!

Des circonstances indépendantes de ma volonté ne me per-

mirent pas de me livrer moi-même à la recherche de l'insecte de la gale dans les hôpitaux de Paris ; j'étais persuadé, du reste, que les médecins, mieux avisés, auraient plus de facilité à poursuivre cette étude, sur le théâtre journalier de leurs occupations. Mais, en 1831, je reçus d'Alfort, de la gale du cheval toute grouillante d'insectes, et je me convainquis, par l'étude de l'espèce du cheval, de la fidélité du dessin de Degeer. Il est inutile de faire observer que les formes de l'insecte du cheval n'offraient pas le moindre trait d'analogie avec celles de l'insecte de la farine. Nous les reproduisons fig. 8, 9 et 10 de la pl. 15, d'après la première édition de cet ouvrage. La fig. 10 représente accouplés, le mâle, fig. 9, et la femelle, fig. 8; la femelle est vue du côté du ventre, et le mâle du côté du dos ; ces insectes ont vécu plusieurs jours dans le cornet de papier qui avait servi à nous les apporter. Nous avions invité les observateurs du Midi à s'occuper de la question, et à prendre des leçons des femmes du peuple de ces contrées, qui, sur ce sujet, auraient été en état de dicter une meilleure thèse que n'avait fait le docteur Galès. Ce fut un élève de la Corse nommé Renucci qui répondit à l'invitation, fort étonné d'apprendre qu'à Paris nous, doctes, docteurs, membres de cent académies savantes, nous en savions moins que les bonnes femmes de son village ; et lorsqu'il eut enseigné à tous les médecins à extraire de leurs propres mains l'insecte tant attendu, il se trouva que Cazal avait tracé l'itinéraire du parasite de la manière la plus exacte; et il fut expliqué comment il était arrivé qu'on l'avait cherché si long-temps inutilement. On le cherchait en effet dans la pustule qu'il n'habite pas, au lieu de le poursuivre dans le petit sillon qu'il creuse entre le derme et l'épiderme, petit terrier analogue à celui que tracent les vers de certaines mouches, sous l'épiderme des feuilles des plantes.

Je fus appelé (25 août 1834) pour reconnaître si ce qu'annonçait Renucci était exact, et si ce qu'il montrait était le véritable insecte de *la* gale; et dès le premier que l'on

plaça quoique mort sur le microscope, je reconnus l'insecte de Degeer, et je pus me rendre compte de la signification des accidents de son dessin. Les médecins de l'hôpital Saint-Louis assistaient à ces séances; je dessinai l'insecte sur le tableau dans le cours d'Alibert; à la leçon suivante je soumis aux regards des élèves un croquis colorié; et la question fut résolue sans retour: Degeer avait bien vu, bien dessiné les contours, fort mal les accidents de surface; rien ne manquait à ses dessins que le fini; Galès avait mystifié tous les savants du monde pendant 18 ans; les médecins ignoraient ce que connaissaient les femmes du peuple. Nous complétâmes nos premières recherches par la publication de la description et de la figure de l'insecte de la gale humaine, que nous reproduisons ici (fig. 1-7, pl. 15).

Une fois que le fait fut démontré, que l'insecte eut été pour ainsi dire disséqué pièce à pièce sous les yeux des assistants, on se rua de toutes parts à la curée; chacun voulut en dire un mot, en causer auprès des sociétés savantes; le portrait de l'insecte s'étalait aux vitres de tous les libraires de science, ainsi que les portraits des grands coupables; et il était, il faut le dire, tout aussi ressemblant; l'un d'eux se recommandait à la confiance des acheteurs, en ce qu'il avait été dessiné au *beau microscope de Chevalier* (expression académique); et je dois l'avouer, jamais le pauvre insecte n'avait été si bien et si largement défiguré; les observateurs, assez inexpérimentés, avaient pensé qu'on observe un insecte de ce calibre de la même manière que la poussière des papillons (564); et ils nous en avaient donné la silhouette et la fantasmagorie. Un autre avait découvert, dans le petit museau, plusieurs paires de mâchoires, des palpes, et des pièces aussi compliquées que sur la tête du homard. A l'Académie de médecine, le sujet de la dispute était de savoir, sur l'invitation de qui nous nous étions rendu la première fois à l'hôpital Saint-Louis, pour apprendre à reconnaître et à observer la structure de l'insecte. *C'est moi qui l'ai invité; — je crois que l'honorable*

préopinant se trompe, c'est moi. Et dans tout ce mouvement, l'Académie des sciences, par un oubli inouï des convenances, n'était point consultée et n'avait rien à juger. Mais tout-à-coup les médecins se rabattirent sur elle; l'un lui écrivit une petite note; l'autre lui fit passer trois ou quatre insectes sous verre; le jeune Renucci lui communiqua le procédé qu'il suivait pour prendre l'insecte au bout d'une épingle, et le mettre à la disposition de ces messieurs. Ainsi l'Académie ne manquait d'aucune pièce, pour reviser la décision des premiers juges, et pour restituer, à l'insecte légitime, le trône, sur lequel sa haute sanction avait maintenu si long-temps l'insecte usurpateur. Blainville fit à ce sujet, non pas un travail *ex professo*, mais un rapport, ce qui est plus académique (6 octobre 1834); il remercia l'un de la note qu'il avait déposée sur le bureau, l'autre d'avoir fait connaître à l'Académie le procédé des bonnes femmes de la Corse, et l'autre enfin, des trois petits personnages qu'il avait fait passer de l'hôpital Saint-Louis à l'Académie, avec toutes les précautions que recommandait le sujet, et l'intérêt de la salubrité de la docte assemblée; mais rien n'annonça que l'honorable rapporteur eût pris la peine de décacheter le paquet; pas la plus petite observation de son fait ne s'insinua dans les considérants de la sentence, que les journaux politiques insérèrent le lendemain, avec le respect qu'ils professent pour tout ce qui émane d'une corporation savante, si haut placée dans l'estime publique; et l'abonné de Paris apprit que la peau du bourgeois de la capitale avait un ennemi plus dangereux que le pou et la puce. Au milieu de ce concours de bonnes volontés, un seul médecin comprit le parti qu'il devait tirer de sa position exceptionnelle; ce fut Albin-Gras, élève de l'hôpital Saint-Louis (*); il soumit l'insecte de la gale humaine à l'action des réactifs, comme nous l'avions déjà fait pour l'insecte de la gale du cheval; il se l'appliqua sur la

(*) *Recherches sur l'acarus de la gale*, in-8°. J. B. Baillière.

peau et sous un verre de montre, et il vit que chaque insecte se frayait un *cuniculus*, et déterminait, avec une vive démangeaison, l'apparition d'une vésicule.

Comme ce sujet, même après trois ans, n'a pas perdu encore de son intérêt, et que les médecins s'adonneront un jour à des études analogues sur d'autres cas maladifs; après avoir résumé l'historique d'une question qui certes ne fait rien moins qu'honneur à l'influence des corps académiques, nous devons entrer dans quelques détails descriptifs; afin de diriger les esprits dans l'observation des insectes sous-cutanés, par la méthode qui nous a servi à faire l'anatomie de l'insecte de la gale.

2091. Étude comparative d'anatomie microscopique sur l'insecte de la gale. — Vous trouverez l'insecte se frayant, entre le derme et l'épiderme, une route, un terrier (*cuniculus*), analogue à celui que les vers de certaines mouches creusent sous l'épiderme de certaines feuilles, avec la différence que celui de l'insecte de la gale est à peine distinct à la vue, et qu'il exige le secours d'une loupe ordinaire pour être aperçu. On reconnaît l'insecte à travers la transparence de l'épiderme qu'il soulève; c'est un petit point blanc qui se dirige dans le sens opposé à la vésicule sous laquelle commence ce petit sillon. On pique le sillon avec une pointe d'épingle tout près du point blanc, et on amène l'insecte à la pointe qui soulève et fend l'épiderme dont il est recouvert. Cet insecte a à peine $\frac{1}{2}$ millimètre dans les deux sens. Il est d'une grande blancheur; et à une simple loupe de deux centimètres de foyer, on peut déjà en reconnaître toutes les parties et les caractères; c'est même par l'observation à la loupe, qu'il faut toujours commencer l'étude d'un animal aussi gros et aussi peu transparent; un grossissement exagéré en altèrerait les contours et en cacherait dans l'ombre la coloration naturelle et les accidents de surface. Après l'avoir dessiné par ce moyen et en avoir reconnu le nombre des organes et leur

couleur, on augmente progressivement les grossissements pour étudier les détails, qui ne sauraient être mis en relief que de cette manière. On a soin de prendre la mesure exacte de chaque détail observé, d'en dessiner les contours et les accidents avec une fidélité scrupuleuse; ce travail terminé, et lorsque la concordance des croquis nombreux qu'on aura pris ne permet plus de douter du mérite de la ressemblance, on rassemble ces détails en un seul tout, dont l'exactitude générale est la somme de toutes les exactitudes de détail. On confronte de nouveau le dessin général avec l'image de l'animal à la loupe et au microscope, par réflexion et par réfraction; et l'on est en droit alors d'assurer qu'on a observé.

2092. L'insecte de la gale humaine est blanc sur toute la surface de son corps. Ses huit pattes et le museau sont d'un rouge plus ou moins vif, selon le genre de microscope dont on se sert. Il est d'une dureté telle, qu'il ne saurait être écrasé par la pointe de l'aiguille qui le presse, et qu'il s'échappe comme en bondissant sous la pression, par l'élasticité des poils rigides qui hérissent son dos. Le ventre en est plat et lisse, mais le dos offre une proéminence énorme au centre, une autre sur l'abdomen et une autre moindre près de la tête. La surface dorsale et la surface ventrale se joignent exactement comme la carapace et le plastron des tortues; et ce qui ajoute encore à l'analogie, c'est que les quatre pattes antérieures et le museau sortent de la commissure des deux surfaces, et semblent pouvoir y rentrer pour se mettre à l'abri; la fig. 1, pl. 15, représente l'insecte vu de champ par le dos. La fig 2 le représente vu par le ventre, et la fig. 3 vu de profil. La tête (*t*), d'un rouge transparent, occupe le centre de l'éventail qui supporte les quatre pattes antérieures. Elle est nichée dans l'une des commissures de la carapace qui la déborde, et du plastron qui offre là une échancrure anguleuse, en sorte que par le dos on ne voit que la moitié de la tête, et que souvent elle échappe au regard en se baissant. La fig. 6 la représente isolée, avec ses deux grands yeux dilatés par son

séjour dans l'acide acétique, et avec les quatre antennes qui s'insèrent sur deux rangs entre les deux yeux; la trompe en est repliée en dessous. De chaque côté de la tête sont deux pattes, rouges et transparentes comme elle, et insérées comme elle dans la commissure de la carapace qui les déborde, et du plastron dont les bords cornés sont d'un rouge de brique. Chaque patte antérieure (*p*) a quatre articulations, et à la base une hanche triangulaire, dont l'hypothénuse regarde en dehors. Elles sont ornées d'un ambulacre (*ab*) roide et terminal, qui finit en une ventouse, par laquelle l'animal s'attache au plan qu'il parcourt. Au-dessous du bord corné antérieur du plastron, on remarque un écusson thoracique (fig. 2); il se dessine par trois lignes également cornées qui convergent vers le centre, la médiane en partant de dessous la tête, et les deux autres du point qui sépare les pattes de chaque paire. Les quatre pattes postérieures (*p'*) offrent la même coloration et le même nombre de pièces que les pattes antérieures; elles partent également d'un rebord corné, et qui se prolonge de chaque côté de l'abdomen en un écusson presque carré. Mais ces pattes postérieures sont quatre fois plus courtes; elles s'insèrent sur le ventre qu'elles dépassent à peine de leur longueur, et au lieu d'un ambulacre (*ab*), elles sont terminées par un long poil (*pl*). Degeer avait rendu tout cet appareil du train postérieur, par quatre poils enflés vers leur base et insérés sur le ventre de l'animal (fig. 11). L'anus (*an*) déborde la partie postérieure de l'animal, entre quatre poils courts et parallèles, qui s'insèrent sur le bord postérieur de la carapace; il est tantôt saillant et tantôt caché; pour le rendre visible, il suffit de laisser dessécher l'insecte mort; l'abdomen (*ad*) se retire de la carapace (*cp*), et l'anus (*an*, fig. 7) se dessine, au bout d'un rectum marqué d'anneaux, comme un organe rétractile.

On remarque sur le dos de l'animal un grand nombre de points disposés dans un ordre constant et symétrique (fig. 1). Ce sont des poils vus de champ; mais des poils roides et cor-

nés, comme toute la carapace, et qui sont cause que l'animal que l'on comprime s'échappe en bondissant, comme nos graines hérissées de piquants. On distingue ces poils, en plaçant l'animal sur le côté (fig. 3), et le tranchant latéral sous l'œil de l'observateur; on voit que les plus longs forment les deux rangées qui s'étendent du centre dorsal vers chaque côté de l'anus, et les deux rangées qui s'étendent du même centre vers chaque côté de la tête. Quant à la structure de la carapace, c'est un tissu réticulé, à mailles allongées dans le sens de la largeur, fort étroites, et dont les interstices canaliculés et en relief *guillochent* pour ainsi dire la surface, lorsqu'on l'examine à une simple loupe. La fig. 5 représente un fragment de ce tissu vu à un grossissement assez considérable.

Que la carapace et le plastron appartiennent par leur structure chimique aux tissus cornés, c'est ce dont on s'assure, en laissant séjourner cet insecte dans l'acide acétique concentré. Car tous ses tissus se dissolvent ou acquièrent une grande transparence dans cet acide, à l'exception des pattes, de la tête, et de l'enveloppe générale du corps; la fig. 4 représente les contours de celle-ci, tels qu'ils se dessinent dans ce réactif. A l'état de vie, l'animal modifie ces contours par ses divers mouvements; sur les fig. 1 et 2 nous avons tâché d'en rendre la forme la plus ordinaire; mais la fig. 2 est vue un peu en perspective, et l'animal fixé par le dos contre le porte-objet, ce qui ne saurait avoir lieu, sans que la bosse centrale le place dans une position oblique par rapport à l'observateur.

2093. D'après cette description et l'étude de ces figures, il sera facile de comprendre tout ce qui manque aux fig. 16, 14 et 15, qui sont celles publiées par Bonomo et les *Actes des érudits*, et aux figures de Degeer, fig. 11 et 12; mais on ne conservera pas le moindre doute, sur l'identité de l'insecte que ces premiers observateurs ont eu sous les yeux, avec celui que nous venons de décrire, et que, depuis la publication de nos figures, une foule de médecins et de naturalistes ont étudié de leurs propres yeux.

La différence spécifique de l'insecte de la gale du cheval, fig. 8, 9, 10, est frappante par rapport à celui de l'homme. Elle réside dans l'insertion des quatre pattes postérieures sur les côtés de l'abdomen, dans la forme de l'écusson ventral (fig. 8); dans la présence des ambulacres à l'extrémité des deux pattes postérieures, et surtout dans la structure de ces ambulacres (fig. 9'), qui se composent d'un pédicule flexible bi-articulé (*pd*), et d'un suçoir ou ventouse (*sc*) épanoui en entonnoir.

2094. Chaque espèce de mammifères qui est sujette à la gale, doit offrir un insecte spécifiquement différent; et nous avons droit d'adresser aux écoles vétérinaires un reproche sévère, pour n'avoir pas fourni, depuis le temps, des matériaux à la monographie de ce genre de parasites.

2095. Dans la première édition de cet ouvrage, nous avions exagéré les proportions des pattes de l'insecte du cheval, pour en mettre les détails plus en évidence; dans les figures de cette deuxième édition, nous avons rétabli les proportions réelles des pattes et de l'abdomen. La fig. 9, avons-nous dit, représente ce que nous regardons comme le mâle; car nous croyons l'avoir vu s'accoupler avec la forme de la fig. 8. Cependant, nous n'oserions pas assurer que cette forme (fig. 9) ne fût pas celle d'un mâle très jeune. Car on sait que la forme des espèces de ce genre subit en croissant quelques modifications.

2096. Traitement. — Il est donc bien constaté aujourd'hui que les pustules galeuses sont le produit d'un insecte; que le *prurigo* qui en précède la formation est causé par le travail de l'insecte; que la maladie appelée gale n'existe que par la présence de l'insecte, et qu'elle ne se communique qu'à la manière des maladies pédiculaires. Tous les soins thérapeutiques ne doivent donc plus avoir d'autre objet que de détruire l'insecte et d'en débarrasser le patient. Le moyen le plus infaillible serait d'extraire un à un ces hôtes incommodes, à la manière des habitants du Midi; mais ce traitement ne pourrait être réclamé que de la sollicitude maternelle.

Force est donc de recourir à la réaction des médicaments. Mais ici comment l'attaquer dans son repaire, sans s'exposer à désorganiser la peau, et à incommoder la respiration du malade? Pour délivrer celui-ci, on le rend plus malade encore; on lui donne une maladie, pour le débarrasser d'une autre; et le traitement se complique tôt ou tard, pour un maudit petit ciron qui est moins incommodé de tout cela que le malade lui-même; car nous avons vu celui du cheval vivre plus de trois heures entières, plongé dans le chlorure d'oxide de sodium, dont l'odeur nous incommodait nous-même. Nous reviendrons sur ce sujet plus bas.

2097. Il est un point de la question qui exige de nouvelles recherches; c'est de découvrir la destination de la pustule galeuse. Il est certain que cette pustule n'est pas l'effet immédiat de la présence de l'animal; car, au lieu d'un terrier épidermique (*cuniculus*), l'animal, en labourant le derme, produirait un long cordon pustuleux, une pustule continue. La pustule ne sert pas à le nourrir, puisqu'il s'en éloigne dès qu'elle se forme, et qu'on ne l'y trouve jamais plongé. L'analogie m'indique que la pustule est déterminée par la présence et le développement de l'œuf de l'insecte, qui en sort dès qu'il est éclos; c'est du moins ce qu'on observe sur les pustules galeuses de nos arbres et de nos plantes. La gale de chêne s'organise sous l'influence du développement du ver, qui, placé à son centre, semble la modeler comme le potier de terre modèle son vase, et qui crée des tissus nouveaux, par cela seul qu'il puise sa nourriture dans les tissus anciens.

2098. Chique. — A la Guadeloupe et aux colonies, on rencontre assez fréquemment des esclaves, dont les jambes, et surtout le pied, acquièrent des dimensions extraordinaires, et paraissent affectés d'un *elephantiasis*. Ces ravages effrayants sont l'œuvre d'un petit insecte, analogue au rouget dont nous avons parlé, presque invisible à la vue simple, et qui s'insinue dans la peau des habitants de ces contrées, comme

l'insecte de la gale s'insinue dans la peau des habitants du nord. Les esclaves qui travaillent aux champs, et surtout ceux qui traversent les hauteurs, sont plus sujets que les autres à être envahis par cette cruelle vermine. Cet insecte est le *pulex penetrans* (la puce pénétrante, que l'on appelle *chique* à la Guadeloupe). Il pullule avec une effrayante fécondité, et il occasionne une fièvre et une désorganisation qui donnent la mort, si la main d'une femme ne prend pas soin d'en délivrer un à un le malade. On a vu un imprudent, qui s'était mis dans la tête d'importer vivant en France ce nouveau sujet d'étude, et qui l'avait insinué tout exprès dans la peau de sa jambe ; il succomba dans la traversée, victime de son audacieux dévouement. Il est évident à mes yeux que les auteurs des *traités des maladies de la peau* ont entièrement ignoré cette circonstance ; car les maladies qu'ils désignent sous le nom d'*elephantiasis*, *mal des Barbades*, *mal rouge de Cayenne*, ne sont évidemment que des effets particuliers de la présence de ce terrible insecte. La lèpre tuberculeuse éléphantine d'Alibert (*Monographie des dermatoses*, pl. 6, pag. 522) est un cas de ce genre.

2099. Voilà donc encore une maladie affreuse dont la cause réside dans la présence d'un tout petit insecte, et qui disparaît avec lui ; voilà des tissus créés dans les tissus vivants par le travail d'un ciron ; voilà des organes d'une dimension énorme que le ciron façonne d'une piqûre, et qu'il ajoute à la somme des organes normaux ; organes parasites, qui finissent par absorber à leur profit les produits de l'élaboration générale, et par éteindre la vie, en en détournant le cours.

3000. APPLICATIONS A TOUTES LES MALADIES DE LA PEAU. — Nous venons de réunir un certain nombre d'exemples, et nous pourrions les multiplier, qui nous montrent l'œuvre d'un insecte dans l'apparition de pustules, d'exanthèmes, de lèpres, etc., qui ont été souvent et long-temps prises pour le produit d'un virus particulier. Le caractère de ces érup-

tions est de s'étendre de proche en proche sur les surfaces, de les déformer plus ou moins profondément, de les enfler en tubercules, de les crevasser, d'en désorganiser les tissus, et de produire une fièvre qui souvent est suivie de la mort.

Mais une fois que la cause d'un effet est reconnu, on doit la soupçonner au moins dans tout produit analogue, sous lequel le hasard n'a pas permis encore de la surprendre. La nature n'a pas deux manières de produire des effets analogues. Toutes les maladies de la peau doivent donc être considérées comme l'œuvre d'un insecte spécial, qu'il s'agit d'atteindre, de reconnaître et d'étudier. Et si cela est, on conçoit d'avance combien la thérapeutique s'est fourvoyée jusqu'à ce jour, dans le traitement de ces maladies ; et l'on est en droit d'espérer que le même remède suffira à les guérir toutes indistinctement.

3001. Mais n'allez pas procéder à cette étude avec la légèreté, dont nos lecteurs académiques nous donnent des exemples si fréquents. N'allez pas prendre des infusoires pour les insectes auteurs de ce ravage; et surtout, avant de rien publier, appliquez-vous à bien reconnaître les infusoires. Distinguez bien l'animal qui cause la pustule et qui s'en va, ayant horreur de son propre ouvrage, d'avec l'animal qui naît et se développe dans le liquide purulent. Nous savons qu'une infusion de viande ne tarde pas à fourmiller d'animalcules très bien figurés et très bien décrits par Muller ; placez de l'albumine, du lait, ou de la farine même, dans l'eau exposée au contact de l'air, vous ne tarderez pas à y découvrir au microscope des myriades de petits animalcules divers, qui se succèderont dans ce petit monde, comme les générations sur le nôtre. Or, une pustule est un petit godet plein d'albumine qui se gâte ; il doit donc s'y former des infusoires, ainsi que dans un godet de plus grande dimension. Si vous n'êtes pas avertis, vous prendrez la pustule, simple récipient, pour l'effet de l'infusoire qui l'habite, et qui n'y est venu qu'après coup. C'est faute d'avoir été averti de ces considérations que Donné

a pris le *cercaria gyrinus* de Muller, cercaire que Muller a trouvé dans toutes les infusions animales, non seulement pour un genre nouveau d'insecte, se fondant en cela, dit-il, sur l'opinion de Dujardin, mais même pour un animal caractéristique de la matière purulente vaginale; et le *cercaria gyrinus* est devenu aussitôt pour la Faculté un nouvel être nommé *tricho-monas;* car il paraît que de tous les noms d'infusoires, l'auteur de ces nouveautés ne connaît bien que celui des monades (1956). Le même auteur avait vu des vibrions (*vibrio lineola*, Muller) se former dans le sang abandonné à l'air et dans le pus de chancre. Il annonça ces merveilles à l'Académie des sciences, dans une des séances de 1836. Mais dans le cours public que nous fîmes en octobre 1836, nous avertîmes nos auditeurs du faux pas que nos académies allaient laisser faire à la science, et l'auteur de ces révélations a du moins modifié son opinion, dans l'opuscule qu'il a publié sur *la nature du mucus*, en 1837, opuscule enrichi de détestables figures dessinées par l'auteur au *beau microscope de Chevalier.*

3002. Les médecins se rappellent encore l'opinion d'un illustre chirurgien, qui soutenait à sa clinique que l'on trouvait l'insecte de la gale dans les plaies des amputés. « Si j'avais une loupe, messieurs, en ce moment, dit un jour le professeur, je vous montrerais l'insecte. — En voilà une! lui répliqua d'un imperturbable sang-froid un Anglais présent à la séance. » — Force fut au professeur, un peu déconcerté, de tenir sa promesse; il lorgna et lorgna encore : l'insecte ce jour-là s'était dérobé au public. — «Nous le trouverons un autre jour, » reprit le professeur, en appliquant, d'après sa méthode, le fer rouge sur le pus, qui petillait en brûlant; — lorsqu'un mauvais plaisant de s'écrier du fond de l'auditoire : « Qu'importe? si on ne le voit pas, on l'entend assez crier. »

Cette mauvaise plaisanterie d'un écolier fit justice à tout jamais de l'opinion professorale; et les médecins n'en parlent encore aujourd'hui qu'en riant.

Mais nous avons à présent une excellente raison de croire

que l'opinion du professeur n'était pas tout-à-fait dénuée de fondement, que seulement le professeur ne la professait que par ouï-dire, et sur le témoignage de quelque élève qui avait observé de ses propres yeux. Le pus qui recouvre les plaies n'étant en majeure partie que de l'albumine plus ou moins mélangée, et partant que l'analogue du caséum, il peut arriver qu'il prenne les caractères du caséum (924) qui se gâte et devient piquant, et qu'en conséquence, il offre toutes les conditions que recherche l'*acarus* du fromage et de la farine. Cet *acarus* aura donc pu se développer sur une plaie semblable, avec la même facilité que sur le fromage lui-même; il sera arrivé un jour qu'un élève l'aura surpris et soumis à l'inspection microscopique, la thèse de Galès sous les yeux (2090); et dès ce moment, on aura prononcé que l'insecte de la gale habite aussi les plaies des amputés. Nous sommes convaincu que bientôt on réhabilitera l'opinion du professeur, avec cette modification importante.

3003. Tout nous porte à croire que les insectes générateurs des maladies cutanées appartiennent à la famille des *acaridiens* sous-cutanés. Les habitudes de ces insectes sont de labourer la peau pour y puiser leur nourriture, de s'accoupler à leur rencontre, et de déposer leurs œufs sous l'épiderme. Ce dépôt occasionne une élaboration anomale dans les tissus ambiants; les fluides s'accumulent autour du nid, pour que l'insecte éclos trouve autour de lui une nourriture propice; son éclosion est la cause d'une élaboration nouvelle; l'insecte crée des développements organiques en se nourrissant; sa piqûre féconde les tissus cutanés; il leur rend à usure le peu qu'il leur prend pour croître lui-même; et le résultat de cette monstrueuse organisation, est quelquefois de tuer le tout, en enrichissant une partie. N'oublions pas que les grosses *gales des feuilles de nos chênes* auraient longtemps passé pour une maladie cutanée, si l'entomologiste n'avait pas surpris, au centre de la sphère, l'insecte qui la façonne à l'état de larve.

3004. Mais les insectes sous-cutanés ne trouvent pas les conditions qui sont favorables à leur développement sur la peau de toutes les espèces animales, ni même sur celle de tous les individus de la même espèce; le pou, qui dévore la tête du nourrisson, ne s'attache nullement à la nourrice. Donc l'insecte qui ronge tel galeux ne s'attachera pas toujours à celui qui le soigne; de même que l'insecte qui produit la gale du cheval ne se communique pas au palefrenier. La contagion et la non-contagion des maladies cutanées réside donc entièrement dans la répugnance ou la non-répugnance de l'insecte qui l'engendre; et la solution du problème, qui a tant divisé les contagionistes et les non-contagionistes, et qui a inondé la science de recherches sans résultats, de brochures sans preuves, est peut-être dans cette seule considération; nous y reviendrons dans les applications générales.

3005. Mais si l'insecte s'attache aux organes qui lui offrent les conditions qu'il recherche, dans l'intérêt de sa nutrition et de sa propagation, il doit fuir nécessairement le même organe, dès qu'il l'a épuisé des sucs qui lui sont favorables, ou qu'il en a tiré tout le parti qu'il en attendait. De même qu'il fuit la vésicule qui est son œuvre, de même il est dans le cas de fuir la peau qu'il a labourée, qu'il a désorganisée, et dans les mailles de laquelle il a appelé un genre d'élaboration nouveau. De là il arrive que telle maladie cutanée ne se gagne pas deux fois, et que la peau qui a été gravée des empreintes de la petite-vérole est à l'abri d'une seconde invasion. L'insecte de la première invasion, en effet, n'y trouve plus les conditions d'existence que son prédécesseur a épuisées ou empoisonnées pour toujours. Tel l'insecte qui laboure les feuilles de nos arbres n'y revient pas deux fois, et n'est jamais remplacé par un autre sur la même feuille.

3006. Cependant cette répugnance de l'insecte pour certaines peaux n'est pas tellement invincible que la nécessité ne soit en état de la dompter; c'est souvent une répugnance plutôt qu'une incompatibilité; la prison peut torturer, mais

elle ne tue pas toujours; l'insecte, emprisonné dans un tissu qui ne lui convient pas, peut s'y nourrir, y grandir ; mais dès qu'il sera libre, il aura hâte de s'en éloigner. Par la même raison, tel tissu réunira toutes les conditions utiles à l'éclosion, et manquera de toutes les autres que la nutrition de l'insecte adulte réclame ; et l'éclosion pourtant produira, dans le système cutané, la même révolution que l'aurait fait le développement complet de l'insecte. De là le peu de danger des inoculations de certaines maladies; de là le succès de la vaccine, inoculation précoce qui place l'œuf dans la peau, avant qu'elle offre toutes les conditions propices au développement complet de l'insecte, et qui pourtant lui communique les qualités capables d'éloigner l'insecte pour toujours; ce qui fait que le mal ne change pas de place, qu'il est limité à la piqûre de la *lancette*. Et qu'on n'objecte pas à cette hypothèse que le *virus* variolique ne perd point sa vertu, par la dessiccation la plus prolongée. entre deux lames de verre; car il est des œufs d'infusoires qui se conservent indéfiniment dans de semblables *silos*; que dis-je? il est des *vibrions* tout entiers qui résistent à une dessiccation semblable, et qui reprennent le mouvement et la vie dès qu'ils s'imbibent encore d'eau. Le *rotifère* du sable de nos gouttières, desséché par la chaleur de nos plus forts étés, ressuscite sur la goutte d'eau du porte-objet, sous les yeux de l'observateur lui-même.

§ II. TISSUS PARASITES DES MUQUEUSES.

3007. Il serait absurde de penser que la nature ait tracé aux insectes désorganisateurs, une ligne infranchissable, entre l'épiderme et les muqueuses, entre la surface externe et la surface interne qui n'en est que la continuation. Si la peau fournit un aliment propice à certains insectes, les muqueuses doivent en fournir un aussi propice à d'autres genres d'insectes. Il doit exister des insectes qui recherchent les surfaces obscures, puisqu'il en existe qui recherchent les surfaces du

corps éclairées et en contact immédiat avec l'air extérieur. Mais les produits de l'élaboration de ces parasites devront revêtir des caractères différents ; et, plongés constamment dans une atmosphère obscure et humide, ils ne sauraient offrir la coloration, les formes et l'aspect extérieur des excroissances survenues sur la peau desséchée par le hâle, et constamment en contact avec une atmosphère inondée de lumière. La moisissure de nos caves ne ressemble en rien à celles de nos basses-cours.

3008. D'un autre côté, nous connaissons les effets morbides de la présence des helminthes qui s'attachent à nos viscères ; et même, quoique les anatomistes aient peu envisagé leur sujet jusqu'à ce jour sous ce point de vue, nous connaissons les modifications organiques que leur succion imprime aux tissus auxquels ils adhèrent. Nous ne nous méprenons pas sur la cause de ces accidents, parce qu'elle réside dans des animaux faciles à reconnaître. Mais en l'absence de ces animaux, il est plus que probable que la nécroscopie y aurait vu des caractères de la maladie sous laquelle l'individu a pu succomber.

3009. Toutes les fois donc que l'animal sera trop petit, pour éveiller l'attention du nécroscopiste, nous serons exposés à prendre les produits de ses piqûres, pour des signes d'une maladie causée par un virus. Dans les recherches pathologiques ayons donc toujours présente à l'esprit cette hypothèse. Dans le but de donner aux études cette direction qui peut faire toute une révolution en médecine, en circonscrivant le cadre des maladies, et en rendant les études pathologiques tributaires de l'helminthologie microscopique, nous diviserons les tissus parasites des muqueuses en trois régions principales : 1° tissus parasites des voies respiratoires; 2° tissus parasites du canal alimentaire ; 3° tissus parasites des organes de la génération.

3010. TISSUS PARASITES DES VOIES RESPIRATOIRES. —Les résul-

tats de l'invasion des insectes sous-cutanés doivent être plus ou moins funestes à la vie, selon que l'insecte s'attachera aux surfaces de la trachée et des bronches, qui transmettent l'air sans l'absorber, ou aux surfaces pulmonaires qui sont chargées d'aspirer l'air et de l'absorber, ou aux cavités buccales et nasales, dans lesquelles il est si facile d'aborder le mal.

3011. Les chancres qui dévorent les parois buccales, les polypes qui se forment et se développent sur la paroi des cavités nasales, offrent tous les caractères des tissus provenant de la présence d'un insecte.

3012. Il en est de même des tubercules du poumon; espèces de *gales* analogues à la plupart de celles qui se développent sur nos écorces végétales, et qui présentent trois phases distinctes, la première où la surface devient proéminente, la seconde où elle fait saillie et présente dans son intérieur une contexture pultacée et colorée, et la dernière où elle crève et devient purulente.

Kuhn, dans un mémoire publié en 1835, a donné le nom *d'acéphalocystes*, aux tubercules pulmonaires, et à ceux qui se forment dans le foie de certains animaux; il les a considérés comme des hydatides formés par l'assemblage de petits animaux vésiculaires, attachés par un prolongement à la surface pulmonaire. Mais il a vu l'animal dans les éléments globulaires du produit de l'animal; et les figures dont il a accompagné son travail militent hautement contre son opinion, qui du reste se rapproche beaucoup de la véritable, et aussi près que l'effet l'est de sa cause.

3013. Les tubercules pulmonaires, si notre hypothèse est conforme à la vérité, doivent varier de forme, de dimensions, de structure et de coloration, autant que les pustules des maladies cutanées. Car il est plus que probable qu'une surface aussi riche en produits que la surface pulmonaire convient à plus d'une seule espèce d'insectes, et partant est sujette à plus d'un genre de désorganisation.

3014. Les tissus parasites de la trachée et des bronches

offrent deux espèces distinctes; des tubercules ou des plaques tuberculeuses, et des tissus glandulaires d'une organisation lâche et albumineuse. Nous allons étudier plus spécialement ceux-ci.

3015. Pendant la dernière invasion de la *grippe*, l'ayant gagnée moi-même dans ma solitude, tout aussi bien que les habitués du grand air, et ne pouvant plus m'occuper que d'elle, je fus conduit à en observer les produits, par l'aspect que les expectorations prenaient, lorsqu'elles tombaient dans l'eau. Elles s'y rassemblaient en paquets grumelés, marqués de compartiments bleuâtres sur un fond gris, qui me faisaient l'effet des compartiments glandulaires; elles restaient quelque temps pelotonnées et flottantes entre deux eaux, et finissaient par tomber au fond du vase; leur aspect était d'un vert pâle, qui passait au jaunâtre dans l'urine. Ce tissu me paraissait organisé, et je ne me trompais pas, car, soumis à l'observation du microscope, chacune de ces expectorations présentait l'aspect et les granulations emboîtées d'une glande, dont les plus jeunes emboîtements auraient été infiltrés de sucs bleuâtres. Mais ce caractère n'est pas spécial aux expectorations de la grippe; les expectorations catarrhales ont toutes les mêmes caractères physiques, et sous ce rapport la grippe ne diffère des laryngites et des bronchites que par l'abondance de ces produits; j'ai tâché de rendre l'organisation d'une expectoration catarrhale par la fig. 23, pl. 2, prise à une simple loupe d'horloger. Quoique l'échantillon qui en a fourni le sujet ne fût pas des mieux caractérisés, cependant, il est facile d'y reconnaître ces glandulations qui l'assimilent au fragment adipeux de la fig. 17, pl. 18 (1470); et au microscope l'analogie se soutient de la manière la plus irrécusable; le tissu en effet de l'expectoration se présente couvert de glandulations colorées, tantôt en bleu, tantôt en jaunâtre, parsemée de globules égaux entre eux (fig. 24, pl. 2), ayant environ $\frac{1}{75}$ de millimètre de longueur, et qu'on prendrait, avant toute espèce d'avertissement, pour des cellules végétales grosses de globules verts (pl. 6, fig. 20), (1098).

3016. Ces expectorations sont donc des tissus organisés, et non des excrétions amorphes et des rebuts chassés au hasard. Mais ces expectorations tiennent, avant leur expulsion, aux parois des bronches de la trachée-artère; elles y naissent donc et s'y développent à la manière des autres tissus; elles y tiennent comme tout autant de glandes adventives, par le *hile* qui en forme la continuation avec les parois génératrices ; c'est par ce hile que la vascularité des parois génératrices pénètre dans leur tissu, et y forme, à l'œil nu, les stries sanguinolentes qui s'y remarquent dans les grandes crises. Leur développement est indéfini, si une cause perturbatrice ne l'arrête et ne le frappe de mort; et la rapidité de l'accroissement dépend de l'énergie des circonstances favorables au développement. Il arrivera donc, dans certaines circonstances, que ces tissus adventifs se développeront avec une rapidité telle, que les voies aériennes en seront obstruées, que l'expiration ne pourra ni se faire jour à travers l'encombrement, ni en chasser au dehors la masse; après la mort de l'individu, on trouvera la trachée-artère obstruée par un cylindre moulé sur sa capacité; c'est le cas du croup et des *fausses membranes*. Le croup n'est que la grippe plus intense, et la grippe n'est qu'un catarrhe plus intense à son tour; et les expectorations de ces deux dernières maladies ne sont que les fausses membranes du croup, douées d'une moindre énergie de développement; l'expiration pulmonaire agit dans ce cas en cassant le *hile*, par lequel ces tissus tiennent à la surface des voies aériennes, et en les rejetant au dehors, comme le canon à vent rejette la charge.

3017. Établir que les expectorations sont des glandes parasites et adventives, c'est établir qu'elles ne sont rien moins que spontanées, mais déterminées par la présence d'une cause féconde en tissus de ce genre. Or cette cause, si on se replace devant les yeux toutes les analogies, cette cause est évidemment dans la présence d'un insecte, dont il s'agit de surprendre les caractères et l'origine. Il est une circonstance

qui, si elle venait à se confirmer, ajouterait un argument de plus à cette opinion; j'ai cru remarquer, en effet, que la grippe s'attrapait plutôt à l'entrée de la nuit, que le jour; et c'est à l'entrée de la nuit que se rabattent les insectes amis de l'obscurité.

3018. Tissus parasites du canal alimentaire. — On a beaucoup parlé des *saburres* de l'estomac, des *embarras gastriques*, qui nuiraient à la digestion, comme des produits de la digestion incrustés sur les parois stomacales, et comme les sels calcaires de l'eau nuisent à l'ébullition, en s'incrustant sur les parois des chaudières à vapeur; c'est là une similitude comme une autre. Mais tâchons de trouver la réalité ailleurs. Toutes les fois que nous avons éprouvé les symptômes de l'indisposition désignée sous le nom d'embarras gastrique, nous avons fini par nous convaincre qu'ils n'étaient dus qu'à la présence en trop grand nombre de l'*ascaride vermiculaire*, dans la capacité de l'estomac. En effet, dès que nous ingérions une substance vermifuge dans l'estomac, nous éprouvions comme une révolution qui nous soulageait, et un tumulte dont il nous était facile d'apprécier le déplacement; les vers se portaient, en déterminant des contractions stomacales, vers le pylore, pour aller se réfugier vers le *cæcum*, où ils se tiennent à l'abri contre l'action des substances qui empoisonnent pour eux les produits de la digestion. La présence de ces helminthes devenait évidente par les selles. Un de leurs effets les plus fréquents consiste dans un picotement des parois stomacales, qui est évidemment produit par tout autant de piqûres, et qu'on ne soulage qu'en mangeant, ou en buvant de l'eau sucrée. Or, lorsqu'on examine ces petits vers au microscope, on découvre que leur corps se prolonge en une pointe effilée, espèce de queue cartilagineuse et d'une grande rigidité; en outre, leur bouche est formée par une espèce de ventouse. Tout indique donc que ces animaux prennent leur nourriture par la succion, et quand la

nourriture manque, qu'ils la font suinter en piquant les parois du canal alimentaire. L'effet que l'on éprouve à jeun de leur présence dans l'estomac, se rapporte très bien à cette idée. Or, si la piqûre d'un insecte produit sur l'épiderme des tissus de nouvelle création, la piqûre de l'*ascaride vermiculaire* ne saurait manquer d'être cause de semblables apparitions, qui dans un organe tel que l'estomac, ne sauraient rester à la forme de petits tubercules. Il est donc plus que probable que la paroi stomacale se couvrira de fibrillosités d'autant plus abondantes, que la digestion sera plus anormale pour nous et plus normale pour ces insectes; et que ces végétations parasites analogues au *meconium* que nous avons décrit (1909) chez le fœtus, formeront un duvet qui tiendra la paroi stomacale à une trop grande distance du bol alimentaire qu'elle devrait élaborer, et un pareil duvet doit certainement être considéré comme un grand embarras gastrique. Or, les vermifuges opèrent souvent dans ce cas comme les purgatifs et les drastiques; ils suppriment la cause, comme ceux-ci expulsent violemment l'effet.

3019. On ne saurait croire avec quelle prodigieuse fécondité (*) ces petis vers se multiplient dans le tube alimentaire; faut avoir eu l'occasion d'observer la femelle pondant ses ufs sur le porte-objet du microscope, qui en un instant en t couvert comme d'une nappe de granulations. Ainsi, un ul de ces helminthes peut, d'un seul coup, peupler le canal limentaire, de myriades de petits, qui croissent vite et pont tôt. D'un autre côté, on ne saurait croire avec quelle cilité cette peste se communique de l'enfant à la nourrice, à tous les individus qui vivent sous le même toit; les œufs ttachent aux doigts qui manient le linge du nourrisson, et rtant aux vases et au linge sur lequel s'appliquent les doigts fectés; et l'on vous sert, passez-nous, non pas la comparaison,

(*) Voyez mon travail sur les *strongylus*, tom. II, pag. 244 des *Annal. sciences d'observation.*

mais seulement la révélation, on vous sert des œufs d'ascaride vermiculaire, sur la table, presque à tous les plats que de pareilles mains ont préparé. De là des affections en apparence biliaires, des maux de tête, des digestions pénibles, des crudités d'estomac, et même des symptômes nerveux ou hystériques, dont on ne devine souvent la cause, qu'après avoir laissé aux effets tout le temps de produire leurs ravages. N'oubliez pas, docteurs qui nous lirez, que sur ce chapitre nous avons une plus longue expérience que vous; et croyez-nous sur parole; ne faites pas des phrases académiques sur les maladies des ménages, n'ouvrez pas beaucoup de livres dans le but d'en reconnaître l'analogie dans le fatras d'une synonymie bavarde; pensez tout d'abord, et avant tout, aux helminthes et aux vermifuges; vous serez sûrs de ne pas débuter par faire trop de mal.

3020. Nous terminerons ce sujet par un avis aux nécroscopistes; dans l'autopsie, on trouvera fréquemment les ascarides réfugiés dans le cœcum; il ne faudrait pas en conclure qu'à l'état de vie, ce soit là leur unique place. Ces ascarides se promènent dans toute la longueur du canal alimentaire, depuis le gosier jusqu'à l'anus, d'où ils sortent souvent pour gagner les parties sexuelles et s'introduire jusque dans le vagin. Ils vont vivre partout où ils trouvent un mélange d'albumine et de sucre, une substance analogue au mélange qui chimiquement constitue les produits de la fermentation du lait. Mais dès que la digestion donne des produits d'une nature moins propice, ils fuient comme tout animal le fait devant un poison; ils se mettent à l'abri partout où ils peuvent; et contre un tel torrent l'appendice cœcal est sans contredit l'abri le plus sûr. C'est là qu'ils vont en désordre se pelotonner, jusqu'à ce qu'il se soit formé des produits moins funestes pour eux. Or, la mort n'est pas faite pour rétablir ces conditions favorables, mais plutôt pour les faire empirer. La putréfaction commence certainement par le siége de la digestion. De là l'affluence des ascarides dans l'appendice cœcal, où l'anatomiste les surprend en masse.

3021. Choléra. — Il serait absurde de conclure qu'il ne saurait exister d'autre fait, que celui qu'on a eu l'occasion d'observer par soi-même. L'analogie, au contraire, exige qu'on arrive, par la pensée, du fait observé à la prévision de faits semblables. Or, qui oserait avancer positivement que notre canal intestinal ait le privilége de n'être envahi que par deux ou trois espèces d'helminthes, et d'être inaccessible à tout autre parasite, que l'eau et l'air seraient dans le cas d'y introduire tôt ou tard avec eux? La question étant ainsi posée, personne n'oserait répondre par la négative; donc le fait est possible. Mais dans le cas où il se réaliserait, que pourrait-il résulter de la présence de ces hôtes nouveaux et insolites? des effets nouveaux et qui offriraient des caractères différents des premiers; différences qui pourraient être plus ou moins saillantes, et couvrir la surface intestinale de taches de plus ou moins d'apparence et de plus ou moins de grosseur. Mais si jamais nous trouvons, sur l'une quelconque des surfaces du canal intestinal, des taches, des plaques, des tubercules, des excoriations analogues à celles que la présence d'un insecte détermine sur la surface épidermique du corps, n'hésitons pas à remonter de ces effets à la cause, comme de la connaissance de la cause nous étions descendus à la prévision de l'effet. Nous voilà arrivés, par une série d'inductions, au plus terrible fléau qui ait caractérisé nos dernières années, à ce cataclysme de la mortalité qui, en si peu de temps, a fait deux ou trois fois le tour du monde, au *choléra*, contre lequel toutes les doctrines médicales ont échoué, et dont la seule théorie, qui ne mène pas à l'absurde, est celle qui le suppose le produit d'insectes aériens, propagés avec une incommensurable fécondité (*). Les plaques de Payer désorganisées, la

(*) Nicole, pharmacien à Dieppe, a fait observer avec juste raison (*Journal de pharmacie*, tom. XVIII, pag. 179, 1832) combien les circonstances suivantes militent en faveur de cette opinion. Le choléra suit les bords des fleuves (et c'est sur les bords des fleuves que nous voyons pulluler les hordes des insectes aériens); il s'est développé surtout dans les

marche rapide des symptômes, la cyanose, les déjections qui débordent par les deux extrémités, les crampes nerveuses qui réduisent les dimensions à un si petit volume, et cette momification instantanée qui fait du malade un cadavre qui respire encore ; tout cela s'explique en supposant des myriades d'insectes attachés à la surface du canal intestinal. Supposez des vampires invisibles qui sucent le sang là où le sang vient renouveler sa substance, qui en aspirent les liquides, et par conséquent en dessèchent les solides, qui l'obligent à refluer vers sa source, au lieu de suivre le cours qui seul est en état de le vivifier, qui intervertissent, comme tout autant de ventouses, la direction du torrent de la circulation ; l'hypothèse admise, tous les symptômes ci-dessus en découlent, comme tout autant de conditions nécessaires. L'individu envahi se dessèche, car un agent énergique en absorbe les liquides ; il se contracte en se desséchant ; il se tord en se contractant, parce que cette absorption, qui dessèche cette portion plutôt que cette autre, détruit l'antagonisme musculaire, comme le ferait l'action de la chaleur ; le sang se cyanose, parce qu'il est attiré et retenu sur une surface incapable de l'hématoser ; et tous ces effets se montrent avec la rapidité de la foudre, si les auteurs invisibles de ces ravages se trouvent en assez grand nombre appliqués à la fois sur le même point.

3022. Si, comme nous n'en doutons pas, le choléra est le produit d'un insecte, son siége spécial est dans la portion inférieure du canal intestinal, ce qui tendrait à faire penser que l'insecte s'introduit plutôt par l'anus que par le gosier, dans les voies alimentaires.

lieux humides et marécageux ; et Linné a adopté l'opinion que les miasmes pestilentiels des Marais-Pontins sont dus à la présence d'insectes. Car ce n'est que vers le coucher du soleil que la *maladie* exerce ses ravages ; on s'en préserve en se couvrant le visage d'une simple gaze. Enfin on a observé que le choléra a respecté les ateliers où l'on prépare le tabac et le camphre, substances qui chassent les insectes. Il y a près d'un an, les journaux ont annoncé qu'un médecin avait découvert l'insecte du choléra en Italie ; mais depuis, la révélation en est restée là.

3023. TISSUS PARASITES DES MUQUEUSES DES ORGANES SEXUELS. — Ces sortes de muqueuses ne sauraient se soustraire à la loi qui menace les muqueuses des autres organes. Nous savons que la présence de l'*ascaride vermiculaire*, égaré dans les voies du vagin, ou s'attachant au clitoris, est dans le cas de métamorphoser la femme la plus sage, et même une femme sexagénaire, en une Messaline effrénée; entendez-vous bien, messieurs qui écrivez sur la morale et la pénalité. Mais ne vous arrêtez pas dans l'histoire de ces désordres, et ne prenez pas votre ignorance pour l'expression des faits. L'*ascaride vermiculaire* n'est certainement pas le seul insecte qui soit capable d'être le vampire des muqueuses de l'organe où l'homme et la femme se résument tout entiers; et tous les insectes ne produisent pas les mêmes symptômes, les mêmes désorganisations de tissus et les mêmes exanthèmes; car tous n'ont pas les mêmes organes et les mêmes besoins. Que de maladies de l'utérus ne sont peut-être que l'œuvre des insectes qu'il nous reste à connaître! Quant à la maladie syphilitique, qui se communique comme la gale et se propage par des ravages plus profonds; quant à cette gale des muqueuses et des tissus soustraits à la lumière, elle reconnaît la même cause que la gale, mais non pas le même artisan. Mais n'allez pas à la légère prendre l'infusoire qui habite le pus, pour l'insecte qui l'engendre; la cause ici ne vit jamais dans le sein de ses effets.

§ III. TISSUS PARASITES DES MEMBRANES SÉREUSES.

3024. Les hydatides sont les tissus de ce genre dont la zoologie a fait une étude spéciale; et chez ceux-ci, l'animal parasite se confond tellement avec le tissu envahi, qu'il est impossible souvent de désigner où se termine et où commence la substance de l'un et de l'autre. Ce sont des poches kysteuses et d'une admirable blancheur, à la paroi desquelles adhèrent des animaux sessiles et d'une structure fort peu compliquée, lesquels paraissent se propager autant par gemmes que

par graines, comme les polypes. Les effets résultant de la présence et du développement indéfini de ces parasites sont d'autant plus désastreux, que leur siége existe dans un organe plus noble. On conçoit que les hydatides des méninges, en comprimant simplement le cerveau, soient dans le cas de déterminer des symptômes épileptiques, et de transformer l'homme le plus calme en un furieux, et l'homme d'esprit en un idiot. Pauvres mortels, qui ne sommes souvent que le *sujet* sur lequel les passions se *greffent*, par l'action d'un petit ciron; ou qu'un réceptacle où les vices germent, pour ainsi dire, comme par le procédé de la *caprification!*

3025. Les effets anatomiques et pathologiqnes des hydatides étant une fois admis comme certains, continuons à être conséquents dans la théorie, comme nous avons été exacts dans l'observation; là où nous trouverons des analogues effets, soupçonnons du moins une cause analogue, et dirigeons nos observations de ce point de vue. C'est ce que nous avons fait dans l'exemple suivant.

Analyse des corps blancs qui se rencontrent dans un kyste, au niveau de l'articulation du poignet.

3026. Depuis 1717, les chirurgiens ont eu nombre de fois l'occasion d'observer, au niveau de l'articulation du poignet, une espèce de tumeur enkystée, divisée intérieurement en deux poches communiquant entre elles, et dans le liquide desquelles flottent librement des petits corps blancs, lisses, élastiques, quoique durs, ovoïdes, gibbeux ou obscurément triangulaires, et de la grosseur d'un pépin de poire. La fig. 7 de la pl. 12 les représente légèrement grossis.

3027. Ces corps étaient-ils des concrétions organiques albumineuses ou de *toute autre nature*, comme l'avaient décidé, après un simple examen, Bosc, Duméril et Cuvier? ou bien étaient-ce des corps organisés, comme le soupçonnait Dupuytren? C'est ce que ce dernier m'a mis à même de vérifier en

1830, en me faisant remettre un bocal plein de ces corps (*).

3028. Ces corps (pl. 12, fig. 7) varient de forme à l'infini : par leur aspect extérieur, ils ressemblent assez à des reins de poulet; mais ils ne sont jamais réniformes, et n'offrent, sur leur surface, aucune solution de continuité ni aucune trace d'adhérence; ils peuvent acquérir jusqu'à un centimètre en longueur. Des coupes transversales permettent de deviner que ces corps sont formés d'emboîtements concentriques qu'on ne peut isoler mécaniquement, dont les externes sont forts, membraneux et résistants, et les plus internes ont une consistance gélatineuse; enfin offrant tous, avec beaucoup de vague, une organisation cellulaire (pl. 12, fig. 11), aux yeux de celui qui a acquis une certaine habitude d'observer les jeunes ovules des plantes avant la fécondation (1326).

3029. Placés dans une cuillère de platine, au-dessus de la lampe à alcool, ces petits corps éclatent et sont rejetés au loin ; ils répandent une odeur d'œuf brûlé; ils noircissent, fondent et se boursouflent, pour se réduire en un charbon spongieux d'un aspect métallique, et qu'il est très difficile d'incinérer.

3030. Les cendres paraissent ne rien céder à l'eau, et ne la rendent ni acide ni alcaline. L'eau qui a séjourné sur elles n'est précipitée ni par le nitrate d'argent, ni par l'oxalate d'ammoniaque, ni par le nitrate de baryte. Les acides minéraux les dissolvent sans résidu et sans effervescence sensible; et alors l'oxalate d'ammoniaque y occasionne un précipité blanc cristallin.

3031. L'éther bouillant n'enlève rien à ces corps blancs; l'eau bouillante les durcit.

3032. L'eau froide dissout une substance soluble qui est de l'albumine (1501), et dans laquelle le nitrate d'argent occasionne un précipité blanc caillebotté, devenant violâtre au

(*) *Lycée*, numéro du 20 octobre 1831, page 509.

contact de l'air. L'oxalate d'ammoniaque, l'infusion de noix de galles, le nitrate de baryte, le muriate de platine et l'acide sulfureux n'y produisent aucune indication; le sous-acétate de plomb y occasionne un précipité albumineux.

3033. Après un certain séjour dans l'eau pure, ces corps finissent par se désorganiser et par se résoudre en particules comme lamelleuses, qui occupent le fond du vase sous forme d'une poudre furfuracée.

3034. Les fragments de ces corps blancs durcissent et jaunissent dans l'acides ulfurique concentré, et ils y deviennent purpurins par l'addition d'un peu de sucre. L'acide sulfurique détermine en même temps une légère effervescence, après laquelle on remarque au microscope de petites aiguilles de sulfate de chaux.

3035. En conséquence, ces corps blancs sont entièrement formés d'albumine, dans les deux états qui constituent l'organisation de l'albumine de l'œuf de poule (1505), c'est-à-dire à l'état de tissu et à l'état de substance soluble. Les sels qu'ils renferment sont : le phosphate de chaux, l'hydrochlorate d'ammoniaque, le carbonate de chaux qui disparaît à l'incinération, sans doute parce qu'il existe aussi, au sein de cette substance, du phosphate d'ammoniaque, dont l'acide, pendant la combustion, se porte sur la chaux. Je n'y ai trouvé ni fer, ni potasse, ni huile en quantité appréciable.

3036. La structure et l'analyse de ces corps blancs devaient me porter à les considérer, non pas comme des animaux parfaits, mais comme des espèces d'œufs dont l'animal était encore à trouver. Au lieu donc de m'arrêter à l'étude de ces corps exclusivement, je fixai spécialement mon attention sur tous les débris que pouvait renfermer le bocal, et j'y découvris des espèces de petits paquets mollasses, bosselés et aplatis, que je comparerais presque à certains fragments de la graisse d'oie écrasés entre deux lames de verre, ou plutôt, et ici l'analogie était complète, aux paquets de polypes que

j'ai décrits dans mon histoire de l'*alcyonelle des étangs* (*). Ces fragments (pl. 12, fig. 8, 9) avaient jusqu'à 2 centimètres de long; mais très souvent ils n'atteignaient que 5 à 6 millimètres. Leur consistance variait sur divers points de leur surface; mais elle était d'autant moindre, que l'on en voyait surgir au dehors plus de tubercules (fig. 9, *a*). On trouvait enfin d'autres corps qui formaient les passages les plus variés, entre les corps blancs ovoïdes (3026), et les paquets aplatis (fig. 10).

3037. L'étude particulière que j'avais faite des polypes m'avait appris qu'après la mort de ces animaux inférieurs, tous leurs organes extérieurs se retirent en dedans et se dérobent aux yeux, mais qu'alors même on pouvait, de nouveau, es rendre visibles, en comprimant la masse avec une petite pointe, que l'on a soin de faire glisser sur eux d'arrière en avant. Par ce procédé, je parvins à dérouler, de l'un de mes paquets polypiformes, un long cou qui me parut terminé par une bouche (pl. 12, fig. 12, *a*), sur laquelle je ne remarquai ni suçoirs ni crochets. Mais on voyait distinctement, sur ce prolongement, des fibres parallèles et élastiques, analogues à celles que l'on observe en étirant le corps de l'alcyonelle. L'analogie ne me permettait donc plus de douter que j'avais sous les yeux, non des concrétions brutes et inorganisées, mais un animal de nouvelle espèce, dont les corps blancs, les seuls qui jusqu'ici aient fixé l'attention des observateurs, étaient les œufs. Je dois m'arrêter là sur l'histoire de ce nouveau genre d'hydatides, en invitant les chirurgiens à examiner, lorsque le même cas s'offrira à leur pratique, si l'intérieur de chacune des deux poches enkystées (3026) ne présenterait pas quelque caractère propre à établir, que ces poches se sont formées par le développement de l'un ou de deux de ces animaux, lesquels, jouant réciproquement l'un envers l'autre les rôles de mâle et de femelle, produiraient

(*) Pl. 13, fig. 7, tom. IV des *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Paris*.

des œufs qui, en se développant à leur tour, remplaceraient les premières poches, ou plutôt leurs mères distendues et finissant par s'oblitérer en forme de poche, phénomène dont nous avons un exemple dans les kermès des écorces de nos arbres.

3038. En attendant, je me suis cru en droit de désigner cette espèce de corps par le nom d'*ovuligère de l'articulation du poignet*, genre nouveau intermédiaire entre l'*hydatide proprement dite*, ou vessie kysteuse, contenant un ver libre presque toujours solitaire, et le *cénure* ou vessie kysteuse, contenant plusieurs vers groupés, adhérents à la poche.

3039. FAUSSES MEMBRANES DES SÉREUSES. — Les fausses membranes dont nous avons étudié le développement sur les parois des bronches et de la trachée-artère, nous les retrouvons, avec des caractères analogues, sur les parois séreuses des cavités des corps, qui ne sont pas en communication avec l'air extérieur ; elles offrent la contexture glandulaire des premières, emboîtements indéfinis de cellules, jusqu'à celles de dernière formation ; enfin, on y rencontre souvent un réseau vasculaire parfaitement bien caractérisé. Ces tissus adventifs ont pris naissance, comme toutes les glandes normales, sur la paroi de la cavité qui les renferme. Mais on les trouve quelquefois libres et détachés, d'où les anatomistes ont conclu que ces tissus se forment sans adhérence, et que lorsqu'on les trouve adhérents, ils ont commencé par être libres. C'est précisément la conclusion contraire qu'ils auraient dû adopter. Ces tissus naissent adhérents ; ils tombent à une certaine époque, comme les fausses membranes des bronches que le malade expectore ; leur vascularité en est la preuve la plus irréfragable ; aucun tissu ne reçoit du sang que du système vasculaire ; et tout sang qui circule dans une membrane doit lui venir de celui que les lymphatiques puisent dans le chyle, et que les poumons oxigènent.

§ IV. THÉORIE DES EFFETS MORBIDES PRODUITS PAR LA PRÉSENCE DES INSECTES.

3040. Que toutes les maladies proviennent de la présence des insectes, ce serait là une erreur préconçue, qui ne résisterait pas aux plus simples données de l'expérience; car il est une foule de maux que nous reproduisons avec des substances dans lesquelles on ne saurait supposer la présence de l'insecte le mieux cuirassé : l'injection dans les veines de certains réactifs cause la mort ; les poisons ne tuent pas tous, et la plupart dérangent les fonctions de l'économie, administrés à petite dose; l'application de certaines substances sur la peau occasionne la fièvre ; une alimentation insolite ou incomplète amène après elle un long cortége de maux, qui sont la conséquence nécessaire les uns des autres ; enfin, une plaie seule porte le trouble dans les fonctions ; une amputation en détruit l'équilibre. Les insectes ne sauraient être coupables de tous ces maux; mais ils le sont certainement d'une foule d'autres à l'insu du médecin ; et l'introduction du microscope dans les études médicales prépare, dans cette branche de connaissances humaines, une durable révolution.

3041. En admettant l'hypothèse, examinons *à priori* quels effets doivent résulter dans l'économie de l'invasion des insectes, et par conséquent à quels symptômes maladifs leur présence doit donner lieu. Et classons d'abord les insectes, auteurs de tels ouvrages, en deux sections : les insectes munis de mâchoires et les insectes munis de suçoirs. Les premiers, par les nombreuses solutions de continuité qu'ils pratiqueront sur les parois des organes, rendront nécessairement le système vasculaire perméable à l'air ou à des substances, dont la présence est capable d'altérer la pureté du sang; ils seront dans le cas d'occasionner des hémorrhagies plus ou moins considérables, selon que la plaie aura été plus ou moins profonde et aura rencontré des artères de plus ou moins fort

calibre; et par ces plaies toujours béantes et toujours renouvelées, que de virus ne seront pas dans le cas de s'introduire, lorsqu'elles intéresseront les lymphatiques ou les tissus veineux! Si la plaie a lieu sur la surface épidermique du corps, elle mettra à nu les membranes des vaisseaux qui étaient protégés contre le contact de l'air, par une couche cellulaire; l'oxigénation du sang s'établira sur une région différente de celle du poumon, la plaie deviendra un organe respiratoire (1923); le sang, attiré par cette hématose, changera ou modifiera son cours, il rebroussera chemin pour ainsi dire; les organes que cette fraction du système vasculaire alimentait auparavant pâtiront par suite de cette révolution inattendue; l'équilibre se rompra de plus en plus; la chaleur s'accumulera au foyer de cette nouvelle hématose, elle quittera les organes émaciés ou moins alimentés qu'auparavant. De là la fièvre, avec toutes ses intermittences, qui seront les symptômes concomitants des intermittences de la cause d'action.

3043. Quant aux insectes ravageurs munis de suçoirs, on peut les diviser en deux catégories, qui comprendraient: la première, les insectes qui ne s'attachent qu'au bol alimentaire, qu'aux substances ingérées; et la seconde, les insectes qui s'appliquent, comme tout autant de petites sangsues, aux parois mêmes des muqueuses ou des séreuses. Dans le premier cas, ces insectes absorberont à leur profit, aux dépens de la nutrition, les produits de la digestion stomacale, ou bien ils paralyseraient la digestion même; en dénaturant les éléments ingérés, en s'appropriant les parties sucrées, sans lesquelles il n'y a pas de digestion possible. Dans le second cas, s'attachant comme tout autant de vampires à des surfaces vasculaires, leur action aspirante, analogue à celle de la ventouse, appellera le sang, là où il ne doit que circuler; elle lui ouvrira des cavités où il ne peut que rester stationnaire et se décomposer, des cavités qui se referment pour toujours en enflant; ou bien, l'absorbant à mesure qu'ils l'aspirent, ces insectes feront rebrousser chemin au torrent de la circulation;

ils le détourneront de sa direction naturelle ; ils feront refluer vers le cœur le sang des artères, et vers les capillaires le sang des veines ; ils transformeront partant les artères en veines et les veines en artères; ils ramèneront deux fois sur les mêmes surfaces le sang que ces surfaces ont épuisé; de là fièvre, et une fièvre que le nombre de ses microscopiques auteurs est dans le cas de rendre mortelle.

3044. Corollaires théoriques sur la contagion et la non-contagion. — Il serait temps que ces deux mots cessent de diviser les observateurs ; la question est certainement tout-à-fait en dehors du point de vue où s'étaient également placés les contagionistes et les non-contagionistes ; c'est en d'autres termes que la question doit être posée, si, comme l'analogie l'indique aujourd'hui encore plus hautement que jamais, toutes les épidémies (*pestes*, *choléra*, *fièvre jaune*, *fièvres*), doivent être attribuées à l'action d'insectes parasites; car dans cette hypothèse :

1° L'air interviendra comme favorisant la cause de ces maladies, en favorisant le développement de leurs auteurs.

2° Les miasmes et les émanations agiront de la même manière que l'air.

3° Mais s'il est des miasmes fétides qui favorisent le développement des insectes, il en est d'autres qui les tuent, et parmi ceux-ci les hydrosulfates d'ammoniaque ou l'ammoniaque seul occupent la première place. Ce sont donc quelquefois les miasmes que l'on respire avec le moins de répugnance, qui seront les plus favorables à la propagation du fléau.

4° Les climats chauds seront plus exposés que les climats froids à certaines invasions, et les climats froids plus que les climats chauds à certaines autres; parce qu'il est des insectes qui, pour pulluler avec une incommensurable multiplication, ont besoin de tel plutôt que de tel autre degré de température. Tel insecte qui se traîne engourdi sous le climat du Nord, peut, dans les climats brûlants, devenir le père d'une innombrable et dévorante progéniture.

5° Tel insecte pourra donc se communiquer d'un individu à un autre par un simple attouchement de main dans le Midi ; et dans le Nord, pour qu'il passe d'un individu à un autre, il faudra que les deux individus cohabitent assez long-temps ; on dira alors que telle maladie est moins contagieuse dans le Nord que dans le Midi.

6° Tel individu offrira, à la propagation des insectes auteurs de l'épidémie, des conditions plus favorables que tel autre, qui vit sous le même toit, mange à la même table, et couche dans le même lit. L'hygiène a encore plus d'empire que la médecine sur les épidémies ; car les produits d'une forte et bonne santé sont en général ceux que les insectes parasites des animaux ou des végétaux recherchent avec le plus d'indifférence ; c'est ce que démontre l'histoire des insectes, que les naturalistes ont eu l'occasion d'étudier.

7° Il est des insectes qui vivent dans un tissu et qui vont se propager et pondre dans un autre ; il en est d'autres qui naissent, vivent et meurent dans le même tissu. Certains insectes générateurs d'épidémies se nicheront dans les hardes, le linge et les habits de l'infecté; et dans ce cas ces hardes seront contagieuses ; certains autres resteront attachés invariablement à la peau du malade, et ne s'en départiront que dans le contact de deux peaux de même disposition. La question des habillements, dans les expériences relatives aux contagions, n'est donc pas une question principale, un moyen irréfragable de décider pour ou contre le point controversé.

8° On découvrira un jour que la quarantaine est un préservatif contre certains fléaux, et non contre certains autres. Contre les insectes qui rampent et qui ne se propagent qu'au contact, on serait coupable de ne pas la maintenir rigoureusement ; mais il serait ridicule de se croire sauvé par son égide contre les insectes qui volent. En attendant que nos études aient été dirigées dans cette voie, la prudence qui doute exige qu'on ne supprime en aucun cas les quarantaines ; le petit nombre d'intérêts que cette mesure peut lé-

ser, dans un cas inutile, ne sont rien en comparaison de l'intérêt général qu'elles protégent, dans un cas dangereux; et la distinction de ces deux cas opposés est encore enveloppée d'un voile. Cherchons à déchirer définitivement le voile qui couvre la question, avant d'abattre les barrières que la prudence des peuples a, de temps immémorial, opposées à la chose.

§ V. APPLICATIONS A LA THÉRAPEUTIQUE.

3045. La médecine, elle qui doute de presque tout ce qu'elle explore, a tort de dédaigner la routine de ce qu'elle appelle l'ignorance, quand cette routine remonte à une haute antiquité. Il faut qu'il y ait quelque chose de vrai dans une longue pratique et dans une habitude qui se perd dans la nuit des temps; l'instinct populaire repousse vite des moyens inutiles qui lui coûtent cher. Or, tant qu'une science n'est pas encore science, elle n'a droit d'exclure de son sein aucune espèce de savant, quelque langue qu'il parle, le jargon scientifique d'une école ou le patois de son pays; c'est dans ce cas que tout homme est savant, qui apporte un fait, si brut qu'il soit, si ce fait est de sa compétence. Et sous le rapport des faits, qui est plus compétent que le vulgaire, lui qui en est témoin chaque jour et à chaque instant du jour? Si l'on veut prendre la peine de jeter un regard sur l'histoire du progrès des sciences, on aura plus d'une occasion de se convaincre que la théorie est presque toujours venue à l'appui des usages et des pratiques, qu'une longue tradition a rendues populaires. Ces observations s'appliquent à la question sanitaire en fait d'épidémies; et nous croyons qu'à l'apparition des fléaux qui, depuis quelques années, s'attachent à l'espèce humaine, la science a un peu trop mis du sien, qu'elle a trop fermé l'oreille à tout ce qui s'était fait avant elle, elle pourtant qui, au bout du compte, et après avoir entassé phrases sur phrases, a été forcée de convenir qu'elle n'en savait pas plus que tout le monde sur ce point.

3046. Les anciens conjuraient les épidémies, en allumant, autour du foyer, des grands feux, qu'ils alimentaient avec des bois odoriférants. Ce moyen nous paraît conforme aux idées les plus rationnelles que nous pouvons nous faire des épidémies, et il a toujours produit, au rapport des historiens, d'heureux résultats. Ce moyen a été entièrement négligé dans toutes les invasions cholériques ; nous sommes persuadé de son efficacité, dans le cas où ces feux seraient disposés avec méthode et entretenus avec assiduité. Dans la théorie de ceux qui attribuent le choléra à la présence des miasmes et d'un virus répandu dans l'air, ce moyen est rationnel, puisque la flamme décomposerait les miasmes, et que les produits de la combustion les neutraliseraient en se combinant avec eux. Dans la théorie que je nommerai entomologique, ces feux allumés à la chute du jour ne manqueraient pas de dévorer ces myriades d'insectes qui surgissent des marais, des eaux stagnantes et des bords des fleuves, à la chute du jour ; car on sait que les insectes nocturnes sont poussés, par un instinct irrésistible, vers la flamme qui semble les attirer en les éblouissant ; les fumigations, d'un autre côté, sont un poison pour les insectes, par l'abondance des produits oléagineux et des produits acides ou ammoniacaux qu'elles dégagent. Entourez donc vos larges nappes d'eau d'un cordon serré de feux de toute espèce ; et si le bois vous manque, restituez à la religion des sépultures les honneurs du bûcher ; brûlez les morts, s'il le faut, pour préserver les vivants ; et que la flamme partant de bien bas s'élève bien haut, et qu'elle répande dans les airs des torrents d'odeurs, dont on a reconnu l'efficacité contre l'invasion des insectes ; brûlez des substances riches en huiles essentielles, même en huiles empyreumatiques. Ne perdons pas de vue que les pharmaciens, les tanneurs, les ouvriers des fabriques de tabac, de noir animal, les distillateurs, etc., ont été moins sujets au choléra, que les ouvriers des professions inodores.

3047. On a commencé par préconiser le camphre ; les

pharmaciens ont presque tous fait fortune par la vente des petits sachets; et puis tout-à-coup le camphre est tombé en défaveur; la médecine, qui l'avait élevé si haut dans la confiance du public, l'a déclaré tout-à-coup absolument inutile; on eût dit qu'il n'en restait plus dans les officines, et qu'il fallait décrier ce qu'on ne pouvait plus administrer. Et il en sera de même de tous les médicaments, jusqu'à ce qu'on ait obtenu la formule de leur efficacité, la théorie de leur action thérapeutique. Mais une fois la théorie obtenue, on explique par la même raison les cas de succès et les cas d'insuccès. Par exemple, si le siége de l'affection cholérique est sur la portion postérieure du canal intestinal; si (pour admettre un instant l'hypothèse comme suffisamment démontrée) si l'insecte générateur du choléra s'attache de préférence aux plaques de Peyer, cela indique qu'il s'introduit par l'anus plutôt que par l'œsophage; or, ce ne sera pas en respirant le camphre que l'on pourra se flatter de s'envelopper d'une atmosphère protectrice; et ce moyen si puissant contre toute espèce d'insectes, échouera dans ce cas, non pas par inefficacité, mais par défaut d'application. Pour se préserver dans ce cas, ce ne sera pas seulement le mouchoir qu'on devra parfumer de camphre ou d'une autre odeur vireuse (*), ce seront les vêtements tout entiers, et surtout les draps dans lesquels on couche.

3048. Ces préliminaires établis sans périphrase et sans dissertation, je vais donner les résultats de ma propre expérience et des essais que j'ai faits depuis près de dix ans sur moi-même avec le camphre pur ou mélangé. Nous ne pensons pas que l'expérimentation possède une meilleure mé-

(*) Les huiles essentielles vireuses sont des poisons pour toutes les espèces d'animaux; mais il en faut une plus forte dose pour les animaux de grande stature que pour ceux de petit calibre. De là vient qu'une parcelle, dont les effets seront inappréciables sur l'homme, le débarrassera, d'un seul coup, d'une innombrable quantité de microscopiques, qui vivent à ses dépens.

thode que celle où l'observateur est en même temps le sujet de l'expérimentation.

3049. L'occasion de ces essais me fut fournie par le hasard, qui, dans une circonstance urgente, plaça sous ma main un flacon d'eau-de-vie camphrée plutôt que toute autre substance. Je me livrais à des essais d'insufflation au chalumeau, en 1827; je me fatiguais beaucoup la poitrine, et je soufflais depuis près de deux heures; je sentis tout-à-coup comme une commotion à la base du poumon gauche, qui fut accompagnée d'un bruit analogue à un petit claquement de fouet. Les palpitations de cœur ne me quittèrent plus; et pendant l'espace d'une année, je languis, portant partout avec moi les symptômes et la triste conviction, si ce n'est d'un anévrisme, au moins d'une hyperthrophie du cœur. Les médecins les mieux famés de la capitale adoptaient cette opinion, et l'un d'eux me conseilla le *bromate de potasse*, médicament qui venait à peine d'éclore, ce qui était une raison suffisante pour attendre qu'il eût fait ses preuves sur d'autres. Mais dans une crise violente, l'idée me vint de me frictionner la région du cœur avec de l'eau-de-vie camphrée (l'eau-de-vie étant à 40°); j'éprouvai un soulagement instantané; les tiraillements qui accompagnaient mes palpitations disparurent comme par enchantement par ce moyen; l'eau-de-vie camphrée devint dès ce moment une panacée à mon usage, et il est peu de cas maladifs sur lesquels je n'aie été porté à l'expérimenter.

3050. Mon traitement n'était pas terminé lors de la première invasion du choléra; car le camphre, qui calme les effets d'une adhérence pulmonaire, ne détruit pas pour cela l'adhérence, comme on n'en doute pas; et mon traitement me servit à double fin : j'étais donc en mesure, sans changer mes habitudes, de remplir toutes les indications médicales prescrites à cette époque contre le choléra. Je me trouvais dans les cachots de la Force, le jour où une maladresse de police produisit les résultats que n'aurait pas désavoués la malveillance la plus atroce; où le peuple épouvanté se ven-

geait, contre le premier venu, des ravages du choléra, et massacrait, comme des empoisonneurs, les passants, tout aussi épouvantés du fléau qu'il l'était lui-même. Nous descendions dans une cour froide et obscure une heure par jour; et c'était l'heure que les cholériques de l'établissement semblaient choisir de préférence pour passer devant nous; ils étaient tous cadavérisés. Le soir, on mit en liberté, par mesure d'urgence, deux cent cinquante prévenus de vol; et le lendemain, à quatre heures du matin, on vint nous prendre pour nous transporter hors Paris, dans la voiture de fer ordinaire. Nous n'avions pas eu le temps de nous munir de nos habits d'hiver; la matinée était très froide. On nous déposa dans la maison d'arrêt de Versailles, qui n'est certainement pas la mieux chauffée de ces sortes de maisons. Le hasard voulut qu'il n'y eût de disponible dans la maison que deux chambres; la nôtre était située, face à face de l'infirmerie et de la porte à jour des lieux communs de la maison. Le même soir, nous eûmes à l'infirmerie dix cholériques, qu'on transporta à l'hôpital dès qu'ils furent cyanosés, et qui y moururent tous; ces prisonniers étaient venus de Paris. Nous sommes restés quinze mois plongés dans les mêmes exhalaisons ammoniacales; l'odeur, avec laquelle nous nous étions familiarisés (*), était si forte, que nos visiteurs en étaient incommodés. Nous n'avons pas été un instant malades. L'un de nous fumait habituellement, ainsi que le pratiquent tous les prisonniers; il ne ressentit jamais le moindre symptôme; et j'ai observé que le choléra a moins sévi contre les prisonniers fumeurs d'ha-

(*) Les sensations ne sont que des comparaisons de la perception nouvelle, avec la perception continuelle qui sert pour ainsi dire d'étalon normal. On ne sent pas les odeurs dans lesquelles on vit continuellement plongé; on ne sent que celles qui en diffèrent. Le scarabé sacré ne doit pas sentir l'ambroisie du bloc que les dieux l'ont condamné à rouler devant lui. Cet Ixion à antennes ne doit pas avoir la sensation des odeurs fétides, mais seulement celle des odeurs qui nous sont agréables, et qui sont peut-être fétides pour lui.

bitude que contre les hommes libres. Les prisonniers qui ont succombé étaient presque toujours ceux qui, manquant de tout, étaient privés de la panacée du prisonnier, du tabac, et n'habitaient pas les chambrées où l'on fume. J'ai souvent, moi qui ne fumais pas, ressenti les symptômes que l'on nous disait alors être les avant-coureurs du choléra, les borborygmes, les coliques, et même quelques crampes. Mais à la plus légère indication, j'avais recours aux frictions sur l'abdomen avec l'eau-de-vie camphrée ; et surtout, moyen auquel je suis redevable des plus délicieuses nuits que j'aie passées de ma vie, des nuits où j'ai fait le plus de frais de philosophie et de résignation, j'avalais, avant de me coucher, un verre d'eau sucrée, sur laquelle j'émiettais une tête d'épingle de camphre et instillais deux gouttes d'éther. J'avais un trop nombreux entourage pour que cette recette, qui, à cette époque, était très en faveur, ne fût pas employée par beaucoup de monde et avec les mêmes bons effets.

3051. Quatre ans plus tard, ayant été déposé, après avoir fait deux cents lieues par une chaleur brûlante du mois de juillet, dans un de ces cabanons renommés par leur saleté, je fus pris au point du jour d'une colique telle, que je n'en n'avais jamais ressenti de pareille, et qui fut suivie presque aussitôt d'un débordement de matières noires, dont mon cabanon fut bientôt inondé ; car, dans ces lieux, on répond tard à qui appelle; et lorsqu'on m'ouvrit, on fut obligé d'entrer en sabots pour me conduire dans les lieux d'aisances. Le médecin de ces maisons n'y arrive que vingt-quatre heures après qu'on en a adressé la demande; c'est la règle ; et les médicaments qu'il prescrit n'arrivent que le lendemain de sa visite. L'analogie de mon ancien traitement me revint à la pensée; et il se trouvait sur ma table des écorces d'orange que je me mis à mâcher, comme un homme qui n'a pas autre chose à sa disposition. Le soulagement fut subit, pour ainsi dire; les effets cessèrent, la cause s'apaisa ; et quand le médecin arriva, il ne put juger du mal que par le témoignage du pavé de la chambre.

L'huile essentielle de l'écorce de l'orange n'avait pas démenti l'action thérapeutique de l'huile essentielle du *laurus camphora*.

3052. Dans l'épidémie de grippe de l'année dernière (3015), nous en fûmes tous atteints successivement dans la famille ; or rien ne nous soulageait comme de nous placer, près de la bouche, un grumeau de camphre, de manière à en introduire les vapeurs dans les bronches par l'inspiration. Toute autre décoction nous laissait la même suffocation, la même sécheresse, qui était telle, que la surface de la trachée et des bronches nous semblait pour ainsi dire se gercer. Tous ces symptômes diminuaient et prenaient un caractère de meilleur augure par l'inspiration du camphre ; et le mal nous a paru, chez nous, moins intense et de plus courte durée que partout ailleurs.

3053. Les personnes lymphatiques et celles qui vivent d'aliments mucilagineux et sucrés, celles qui ont une répugnance pour les boissons alcooliques et les mets épicés, sont exposées aux affections vermineuses, qui prennent chez elles les caractères les plus variés ; et ces affections sont plus fréquentes que les médecins ne le pensent. Le plus grand nombre des crudités d'estomac, des gastrites et des entérites mal caractérisées n'ont pas d'autre origine. Je ne me trompe jamais à cet égard sur moi-même ; et au lieu des boissons gommées et sucrées, des mucilages qui ne font qu'empirer le mal ; dans ce cas, j'ai recours à l'aloès ou à la racine de fougère, aux lavements camphrés (*) ou imprégnés de tabac à très petite dose (à peine un milligramme), quand le mal est intense, ou à mes verres d'eau sucrée saupoudrés d'un peu de camphre, quand le mal est à son début. Les fumeurs ne sont jamais exposés à ces sortes d'affections.

(*) Il faut avoir soin de filtrer à froid l'eau dans laquelle on a fait fondre du camphre, afin de ne l'administrer qu'avec la petite dose de camphre que l'eau est en état de tenir en solution, et pour éviter les légers accidents qu'occasionnerait le contact prolongé d'une parcelle non dissoute de cette substance sur les parois intestinales.

3054. Il n'est pas de vermine qu'on ne mette en fuite en s'enveloppant d'une atmosphère d'huile essentielle vireuse, mais de camphre surtout. Un peu de tabac ou de camphre préserve les draps des teignes et autres insectes. Un peu de camphre ou de tabac dans les cheveux d'un enfant, lui calme ses démangeaisons, en le délivrant des hôtes qui l'assiègent. Le camphre tue les poux en les empoisonnant, comme l'huile ordinaire et la pommade les tue, en les asphyxiant et en bouchant leurs stigmates respiratoires.

3055. J'ai habité tout un été, une chambre dont la muraille, contre laquelle mon lit se trouvait adossé, était encombrée de toutes sortes d'insectes parasites de l'homme, depuis le plus inodore jusqu'au plus puant. J'avais soin chaque soir de saupoudrer l'entre-deux de mes draps de lit, avec du camphre, d'en déposer quelques parcelles sur mes vêtements de nuit et dans mes cheveux; jamais un seul ennemi n'a franchi les limites de cette atmosphère, et ils se tenaient tous à distance jusqu'au lendemain matin; mais si j'avais le malheur un soir de perdre de vue ma petite précaution, je ne tardais pas à m'apercevoir de mon oubli, que je réparais au plus vite, bien sûr que mon sommeil ne serait plus interrompu. Cette expérience a été répétée de cette manière pendant plus de cent jours.

3056. On connaissait déjà l'action du camphre contre les petits insectes; mais c'était un fait d'une application spéciale aux collections entomologiques; et jusqu'à présent on n'avait nullement cherché à l'appliquer à la thérapeutique, à l'économie rurale ou domestique; et c'est là le grand tort de nos cadres scientifiques, de nos lignes de démarcation scientifiques, qui empêchent une vérité de passer d'une science à une autre. Nous avons eu dernièrement un exemple du vice de cette méthode, dans une circonstance qui est du ressort de la question, dont nous nous occupons en ce moment.

Les vignerons d'Argenteuil, voyant leurs vignes dévorées par la pyrale, implorèrent Jupiter, pour avoir un savant qui

les en débarrassât. L'Académie des sciences en envoya deux à Argenteuil, et un, qui n'est rien moins que plus savant que les deux autres, dans le Mâconnais. Les deux premiers revinrent pour faire à l'Académie la description de l'insecte; ils avaient reconnu l'ennemi; mais, dans l'impuissance de le vaincre, ils proposaient, à l'auguste assemblée des dieux de la science, d'adopter la conclusion si connue en économie publique : *laissez faire*, *laissez passer*. Le troisième causa plus longuement à son retour, d'après la méthode des avocats, qui savent bien qu'*à qui sait parler, il n'y a pas de mauvaise cause*. Celui-ci proposa deux moyens : 1° d'allumer des feux autour des vignes ; 2° d'épamprer une à une les feuilles qui contiendraient des insectes. Le premier moyen a été pratiqué en Silésie en 1816; mais les lampions coûtent cher, et les vignerons n'ont pas envie de payer deux impôts; celui de l'État est assez lourd. Le second moyen est pratiqué depuis long-temps dans les vignobles du midi de la France; et ce travail, qui a besoin d'être fait à la main, est confié à des femmes, dont la journée, dans ces régions, est à fort bon marché. Enfin, un jour, assisté de trois vignerons d'Argenteuil, qui connaissaient mieux le gîte de l'ennemi que nos agronomes de cabinet, il constata que la pyrale se réfugiait, pour pondre, dans les gerçures des ceps, et surtout dans les fentes des échalas : « Excellent procédé! s'écrie-t-il; attendons que toutes les pyrales se soient réfugiées dans les échalas, et nous les brûlerons avec les échalas mêmes! » exactement comme celui qui se délivrait du ver blanc du hanneton, en arrachant toutes les racines, et même tous les arbres. Tout cela prouve que MM. les vignerons ont grand tort de ne pas se croire plus compétents dans ces questions que nos académies, et de venir demander des conseils à des hommes, qui ne peuvent parler de la chose qu'en prenant conseil des vignerons. MM. les vignerons, vous en savez plus que nous en ce qui vous concerne; expérimentez vous-mêmes, cela vous coûtera moins cher; car on n'expédie jamais un savant de Paris gratis.

3057. Nous soumettons à votre expérimentation, mais à la vôtre seule, le procédé suivant, que vous varierez d'après les indications fournies par votre raison. Ce procédé nous a réussi pour chasser en petit, de certaines plantes, la vermine qui les ronge; c'est à vous de nous dire s'il est applicable à bon marché en grand.

Placez, sur la portion corticale du ceps ou de l'arbre infecté, qui est exposée habituellement aux rayons solaires, un morceau de camphre, si petit qu'il soit; l'odeur en chassera les insectes, si elle se dégage assez intense; ou bien imprégnez d'odeur camphrée vos échalas, avant de les planter, en les plongeant en masse dans un cuvier rempli d'une eau sûre ou d'une eau de savon, dans laquelle vous aurez déposé un gros de camphre ou davantage, si cette dose ne suffisait pas. Ou bien ayez recours aux arrosages en grand; et il est fâcheux que la méthode des irrigations artificielles ne soit pas encore appliquée à la grande culture; une seule pompe arrosoir mobile sur des roulettes, pourrait, dans certaines localités, préserver du fléau de la sécheresse le terrain de toute une commune. Quoi qu'il en soit, et dans le cas du fléau qui ne suspend pas seulement la végétation, mais qui la dévore, ne négligez pas le secours des irrigations, et associez-vous pour acquérir une pompe arrosoir commune; si vous venez à découvrir, par des essais entrepris sur une petite échelle, que le moyen suivant remplisse son but: Jetez dans une chaudière d'eau en ébullition, un centimètre cube de camphre solide; versez cette eau tiède dans la pompe arrosoir, promenez la pompe de ligne en ligne, et faites-la fonctionner de manière que chaque feuille puisse être considérée comme ayant reçu un peu de cette rosée; il paraît infiniment probable que la chenille ne rongera pas la feuille parfumée de camphre, et que le papillon s'en éloignera pour aller pondre ailleurs. Cela est probable en grand, car cela est certain en petit; mais en grand les mouvements de l'air seront dans le cas de rendre l'effet moins énergique; essayez.

3058. Avec quelques sachets de camphre placés de distance en distance, vous préserverez vos tas de blé de l'invasion du charançon et de la teigne. Le chaulage à l'eau froide camphrée pourrait produire le même effet.

3059. Enfin, dans les maladies cutanées (*gale*, *maladies pédiculaires*, *teigne*, *cancer*, *chancres*, *bubons*, etc.), ayons recours aux frictions fréquentes à l'eau-de-vie camphrée, ou plutôt aux frictions oléagineuses camphrées. Le camphre pénètre très avant dans les chairs; et tout insecte qui traversera l'enduit oléagineux se revêtira d'une couche asphyxiante. Mais sous ce point de vue il se présente deux catégories d'insectes bien distinctes : les insectes qui pénètrent dans les chairs, ou labourent sous l'épiderme, et les insectes qui sortent quelquefois des chairs, qui s'attachent à la surface extérieure de l'épiderme. Ceux-ci seront plus faciles à atteindre par le médicament que les autres, ils n'exigeront pas que l'application en soit faite avec tant de fréquence et d'intensité. Mais dans toute espèce de contact et de cohabitation, préservez-vous, en vous enduisant la peau d'une atmosphère camphrée, et dans les affections de ce genre qui bravent toute espèce de traitement, enveloppez le foyer infecté de cataplasmes oléagineux imprégnés de camphre.

3060. Nous terminerons ce résumé de nos nombreuses observations, en faisant observer que le camphre perd à l'air une partie de son énergie, en s'oxigénant, comme toutes les huiles essentielles, et partant en cessant de plus en plus de posséder les propriétés et les caractères des huiles essentielles; aussi remarque-t-on qu'il devient à l'air de moins en moins volatil. En sorte qu'on doit avoir soin de le tenir renfermé pour son usage, dans une bonbonnière ou une boîte qui ferme bien, et non pas seulement dans un sachet.

3061. Il est indubitable que bien d'autres huiles essentielles et surtout les huiles vireuses ou empyreumatiques opèreraient, dans tous les cas dont nous parlons, avec une efficacité analogue et quelquefois supérieure à celle du camphre;

mais le camphre présente l'avantage d'un moindre danger et d'une odeur moins repoussante ; et du reste c'est la substance qui nous a servi depuis près de dix ans de sujet journalier d'observation.

DOUZIÈME ESPÈCE.

Tissus spontanés.

3062. Je n'entends pas, par tissus spontanés, des tissus qui naîtraient spontanément, organisés et animés de la tendance au développement, et sans avoir passé par la filière des générations successives. J'ai traité ailleurs cette question qui appartient en entier à la physiologie, et sort tout-à-fait du domaine de la chimie (*). Je n'ai à envisager ici le sujet que sous un rapport chimique, que sous le rapport des formations brutes et instantanées plutôt que spontanées. Les tissus spontanés, dans ce chapitre, ne seront que des *précipitations membraneuses*, qui troublent tout-à-coup un milieu limpide, dans lequel l'œil le plus pénétrant n'aurait jamais pu en soupçonner la présence. Ce milieu, qui est capable de tenir en dissolution la substance organique, ne saurait être que l'eau ou l'air. Nous examinerons la question sous ces deux points de vue, dans deux paragraphes séparés ; et nous démontrerons, je le pense, dans l'un et dans l'autre, que le titre de cette douzième espèce est un double emploi ; ce chapitre sera moins une démonstration qu'une réfutation.

§ I. TISSUS SPONTANÉS DE L'EAU.

3063. Les grands amas d'eau étant un milieu dans lequel se développent, fonctionnent, meurent et se décomposent des myriades de plantes et d'animaux de toute espèce, il est impossible que le liquide en soit vierge d'albumine dissoute

(*) *Nouv. syst. de physiolog. végét. et de bot.*, tome II, § 1783, 1836.

à quelque époque qu'on l'observe. Que si ces eaux sont chargées d'ammoniaque, ou de sulfures, ou de tout autre réactif de ce genre, la dissolution albumineuse entrera certainement dans le mélange pour un poids plus considérable qu'auparavant, alors même que le liquide conserverait une limpidité parfaite. Ce principe est incontestable. Mais qu'arrivera-t-il dans ce cas, si l'on évapore le liquide ou si l'on sature les dissolvants? L'albumine se précipitera, d'abord en troublant la transparence du liquide, et ensuite en se prenant en une masse ductile et fibreuse, dont il sera facile de constater la nature. Mais le précipité affectera divers aspects, selon que la précipitation sera plus ou moins lente; le précipité sera globulaire (650), lorsque l'action, sous l'influence de laquelle il se détermine, sera lente, régulièrement espacée et uniforme; le précipité sera membraneux et floconneux, lorsque l'action sera brusque et s'étendant à la fois sur une grande surface. Car c'est ainsi que les choses se passent sous nos yeux dans nos laboratoires. Or, qu'arrivera-t-il au chimiste témoin de pareils phénomènes, s'il n'a pas eu l'occasion de reporter son esprit sur les causes qui le produisent; enhardi par l'ancienne méthode de créations nominales, il ne manquera pas de voir une substance chimique *suî generis*, dans le précipité informe; et un nouvel ordre d'êtres organisés dans le précipité qui semblera lui offrir dans sa contexture un peu plus de régularité. Or, la chimie moléculaire n'a pas plus échappé que la physiologie microscopique à cette fausse interprétation; celle-ci nous a donné les *mycodermes*, celle-là la *barégine*, etc.

3064. Mycodermes. — Les mycodermes se forment à la surface de tout extrait de substances végétales ou animales, que l'on abandonne à leur propre décomposition; et comme il naît en même temps des infusoires innombrables dans le liquide, il arrive que le précipité albumineux les emprisonne les uns après les autres dans ses inextricables mailles; au mi-

croscope on les y voit s'agiter et se débattre pour trouver une issue, et mourir enfin faute d'espace et d'air. Les micographes frappés d'étonnement, à la vue d'un phénomène aussi facile cependant à expliquer, l'ont interprété en admettant que la membrane, qui pour eux serait un végétal, se forme par l'association bout à bout de ces myriades d'infusoires qui succombent. Dès 1829, nous avertîmes les observateurs de la méprise, qui nous menaçait de donner lieu à un catalogue interminable de ces productions si variables, sous le rapport de la coloration, de la consistance et de l'aspect, selon que le liquide est plus ou moins saturé, qu'il est exposé à une évaporation plus ou moins rapide, à la lumière ou à l'obscurité, au froid ou à la chaleur, selon enfin que le mélange des dissolutions est plus ou moins riche en substances diverses.

3065. Lorsqu'on abandonne en août du vin ordinaire à une évaporation spontanée, il ne tarde pas à se couvrir d'une couche de granulations blanches comme la neige, qui au microscope affectent la forme régulière de grains ovoïdes, étranglés légèrement en cocons, de mêmes dimensions, et que le mouvement du liquide ou les tremblotements du porte-objet seraient dans le cas de faire prendre pour des monades. Ces granulations ne sont que le précipité globulaire du gluten du vin, gluten que l'acide tartrique tenait en dissolution. Mais ce gluten a perdu sa ductilité et sa solubilité primitives, en s'associant au tartrate de potasse du vin.

3066. Barégine. — Les premiers chimistes qui se sont occupés de l'analyse des eaux minérales, avaient depuis longtemps reconnu cette matière, qu'ils désignaient, les uns sous le nom de *matière grasse des eaux minérales*, les autres sous celui de *matière animale*, d'autres enfin, sous celui de *matière végéto-animale des eaux minérales*. Anglada l'appela plus tard glairine; et Longchamp en 1833 substitua à ce mot celui de barégine, qui a le tort de remplacer un mot général par un mot faussement spécial. L'innovation a porté

son fruit ; car, en vertu des mêmes droits, ou plutôt en vertu d'un droit supérieur, sous trois rapports, à celui de Longchamp, simple prolétaire, qui n'est ni magistrat, ni membre de l'Institut, Séguier ayant été prendre les eaux de Luchon, a nommé, en 1837, cette substance LUCHONINE, laquelle prendra le nom de NÉRISINE, si jamais un personnage plus illustre prend fantaisie de faire de la synonymie chimique aux eaux de Néris ; et qui plus tard, et en vertu des mêmes droits, prendra sans doute, il faut l'espérer dans l'intérêt des progrès synonymiques, les noms de VICHINE à Vichy, de CAUTERÉSINE aux eaux de Cauterets, de RYKUMINE aux eaux de Rykum, de GEYZÉRINE aux eaux de Geyzer etc. ; liste à laquelle nous avons l'honneur d'ajouter, par un sentiment national de reconnaissance, les noms de GENTILLINE, en l'honneur des lavoirs de Gentilly, notre promenade habituelle ; D'AMULARINE, en l'honneur de la fontaine Amulard, la seule naïade qui ait fixé sa source sur les boulevards de Paris ; de TRIVAUSINE, en l'honneur de l'étang de Trivaux à Meudon ; d'OURCQUINE, en l'honneur du canal de l'Ourcq ; D'ENGHIÉNINE, en l'honneur des eaux d'ENGHIEN, le Barèges du département de la Seine, le Barèges des bourgeois ; liste que nous nous réservons le droit d'augmenter encore, selon que nos inspirations hygiéniques nous amèneront sur les bords des diverses sources ou ruisseaux de nos environs (*). Et ceci n'est pas une mauvaise plaisanterie ; c'est une conséquence rigoureuse de l'exemple donné par la méthode académique. Car il n'est pas un seul cours d'eau dépositaire des rebuts de fabrique, ou des écoulements de fumier, qui ne donne par évaporation, en plus ou moins grande quantité, une substance analogue à la *barégine*, avec un caractère distinctif spécial à la localité ; un précipité albumineux emprisonnant dans son tissu les sucs oléagineux, les savons sulfureux, les sels minéraux et enfin ammoniacaux, tenus en solution ou en suspension par le liquide ; et plus les

(*) Voyez, dans le *National*, 1833, notre analyse critique du travail de ongchamp ; et *Réformateur*, 1835, n° 328, 2 septembre.

eaux seront riches en sulfures ou en carbonates alcalins, et plus la *barégine* sera abondante et caractérisée.

3067. En effet, ce qui se passe dans nos laboratoires doit avoir lieu, sur une plus grande échelle, dans la nature. Or, nous connaissons par combien de réactifs l'albumine des tissus organisés est susceptible d'être rendue soluble dans l'eau. Donc partout où ces réactifs rencontreront l'albumine, quelle qu'en soit l'origine, ils la dissoudront; et ils l'abandonneront ensuite à la précipitation, en se neutralisant. Or, qui oserait nier l'existence des tissus albumineux dans les espaces souterrains que traversent les cours d'eau, dont s'alimentent les sources minérales? Les eaux de la pluie qui filtrent à travers les couches végétales, filtrent à travers un mélange de détritus riches en albumine végétale et animale, provenant de la désorganisation d'une foule variée de tissus; en traversant certaines galeries souterraines, elles rencontrent en masse des fongosités qui ne sont jamais plus azotées que dans un milieu sombre et aéré; les terrains secondaires eux-mêmes sont encore imprégnés de tissus albumineux, dont l'action du feu nous révèle plus que des traces, et dont les réactifs se chargent encore aujourd'hui, dans nos laboratoires, comme ils l'auraient fait à la première époque de la fossilisation. Jetez dans ces eaux sulfureuses un animal mou ou une plante fongueuse; ses tissus ne tarderont pas à s'y dissoudre en plus ou moins grande quantité, selon que le degré de leur température sera plus élevé et que leur hépatisation sera plus intense; et les individus sembleront tôt ou tard y disparaître à la vue simple. Or, que de vers, que de mollusques terrestres ou fluviatiles, que d'insectes, que d'infusoires, les eaux minérales ne rencontrent-elles pas, avant de se déverser dans les bassins ouverts à la lumière et au grand air?

3068. Mais ici une nouvelle réaction doit nécessairement avoir lieu; la lumière, l'air et le milieu terreux qui reçoit ces eaux, doivent nécessairement en diminuer la capacité de saturation pour l'albumine. Car l'acide carbonique chez les

unes, qui servait de dissolvant à l'albumine, va se dégager; les sulfures qui servaient de dissolvant chez les autres vont se neutraliser, en se combinant, par double décomposition, avec les sels calcaires du bassin, ou se décomposer sous l'influence des rayon lumineux; la température qui augmente dans une si grande proportion l'énergie du menstrue, baissera au contact de l'atmosphère; et l'albumine, abandonnée par tous ses dissolvants à la fois, se précipitera sous mille formes diverses, et viendra se déposer sur les parois des bassins, avec d'autant plus d'adhérence que ces parois auront servi à neutraliser son dissolvant. C'est ce qui arrive sur les bassins en pierre de nos lavoirs et de nos blanchisseries, ils se tapissent d'une couche de savon calcaire. Ainsi, dans les eaux thermales, on trouvera à la fois, à l'instant de l'analyse, de l'albumine précipitée et de l'albumine dissoute. On recueillera l'une sur les murs, mêlée à toutes les substances qui l'accompagnaient dans le liquide; on obtiendra l'autre par l'évaporation du liquide, avec des caractères quelquefois différents de l'albumine déposée sur les parois des bassins, et qui varieront, sous le rapport de l'aspect, selon que l'évaporation aura lieu à une plus ou moins haute température, et sur des quantités de liquide plus ou moins considérables; et ces quantités et ces caractères varieront dans la même source, selon la saison des chaleurs, du froid, de la sécheresse et des pluies.

3069. Mais cette substance albumino-oléagineuse ne saurait s'attacher aux parois des bassins, sans y devenir le réceptacle, et je pourrais même dire l'engrais d'une foule de végétations conservoïdes qui, à l'œil nu, pourront présenter des caractères de coloration et d'aspect différents, selon les sites et l'exposition, et fournir l'occasion de graves dissidences, entre les chimistes, qui se livreront à l'étude des eaux minérales, par les procédés de morcellement de l'ancienne méthode. Et c'est là la cause des dissidences qui se sont élevées dans ces dernières années, entre les chimistes et les aça-

démiciens qui ont été prendre les eaux. Robiquet a vu dans la barégine de Longchamp une conserve qu'il désigne sous le nom de mousse, et que Richard a reconnue être une modification du *tremella thermalis* de Thore; cryptogame qui, d'après le chimiste académicien, résulterait d'une *réaction*, pendant laquelle l'oxigène et l'azote contenus dans l'eau thermale de Néris sont mis en liberté, la plus grande partie de ces gaz restant comme emprisonnée dans les cellules de cette barégine; «fait, ajoute-t-il, devant lequel *l'imagination se perd*»; ce qui est vrai, et exactement vrai; car l'imagination se perd toutes les fois qu'elle s'égare. Séguier, à Luchon, prend ces conserves vertes pour la barégine; et Longchamp lui-même, qui n'avait vu la barégine que dans la substance qu'on obtient par évaporation de l'eau de Barèges, nous dit que la barégine devient verte, là où un petit filet d'eau ordinaire se mêle à l'eau minérale; confondant à son tour avec la barégine, les conserves vertes qui se forment partout où le soleil frappe, et non pas seulement là où il se mêle un filet d'eau ordinaire.

3070. Vers la fin de l'automne 1836, un jeune docteur, qui consacrait tous les ans les loisirs de ses vacances à l'étude chimique des eaux de Barèges, et qui, avant de partir, était venu causer avec moi, sur les analogies de la barégine, revint me faire part de ses investigations. — J'ai étudié et je possède à fond, me disait-il, la structure des conserves de la barégine; j'en ai le dessin chez moi. — Et moi aussi, j'en ai depuis près de dix ans le dessin dans mes cartons; le voilà. — C'est bien cela, répliqua-t-il; vous avez donc été à Barèges? —Nullement; mais j'ai été à Gentilly, à cinquante pas de Paris, à Enghien à quatre lieues de Paris; ou plutôt je ne suis pas sorti de ma chambre, pour observer cette substance confervoïde; car l'échantillon dessiné sur ce papier provient d'une certaine quantité d'eau ordinaire que j'avais abandonnée dans un verre à boire placé à l'obscurité; aussi, ces chapelets confervoïdes sont-ils grêles et étiolés. Mais en voici d'autres qui se sont formés dans la même eau exposée à la lumière;

c'est la même forme, la même ténuité, qui, à un grossissement de 300 diamètres, offre à peine des dimensions susceptibles d'être mesurées; mais la couleur en est verte, et c'est ce que vous aurez probablement trouvé à Barèges: dans les caveaux et les lieux obscurs, vous aurez observé la barégine confervoïde composée de filaments blancs; partout où l'eau thermale aura été exposée aux rayons lumineux, vous aurez vu les mêmes filaments verts. — C'est exactement comme vous le dites; c'est ce que j'ai observé aussi, ajoutait avec une certaine surprise mon interlocuteur; oh! vous avez été à Barèges. — Certes non, je me suis contenté d'aller, aidé de la théorie, qui est la même à Barèges que chez nous, visiter nos eaux triviales, nos eaux prolétaires des environs de Paris; et la barégine m'a coûté très peu de frais de voyage.

3071. Huit jours après, une lecture académique ajoutait un nouveau nom à la LUCHONINE de Séguier; je ne le retrouve pas sur mes tablettes, mais on le retrouvera dans quelque coin de nos journaux; je n'en ai nullement besoin; nos lecteurs auront dans les considérations qui précèdent, un moyen de se fixer, sur la valeur de ces créations nominales, et sur l'influence qui donne l'importance d'une publicité hebdomadaire à des questions résolues depuis plus de quatre ans.

3072. Ne prenez pas une conferve et encore moins une mousse pour la barégine; ne prenez pas la barégine pour le chaos qui renaît, ou pour l'organisation qui recommence; ne la voyez que dans un simple précipité ou extrait savonneux et albumineux; et cherchez-la dans la première mare venue, vers la fin de l'été.

§ II. TISSUS SPONTANÉS DE L'AIR.

3073. Les recherches eudiométriques sur l'air atmosphérique, se sont toujours arrêtées à l'évaluation des gaz; on n'a pas attaché la moindre importance à l'étude des vapeurs. Aussi on n'a pas constaté la moindre différence entre l'air

infecté et l'air non infecté, entre l'air de la campagne et celui des villes, entre l'air des montagnes et celui des marais, si ce n'est sous le rapport des proportions de l'oxigène, de l'azote et de l'acide carbonique. Depuis 1826, nous n'avons cessé, dans nos livres et dans nos cours, de nous élever contre cette méthode, qui, en affectant une rare précision, se montrait la plus inexacte des méthodes; car il n'y a rien de trompeur comme la précision qui ne s'applique qu'à deux ou trois éléments, et qui néglige tous les autres.

3074. L'air est dépositaire de vapeurs d'eau qui ne sont pas pures, mais qui servent de véhicule à une foule de produits, provenant des émanations du sol et de la respiration des animaux. On en a un exemple dans les brouillards des villes, qui sont d'autant plus fétides qu'ils sont plus épais; ces brouillards, en effet, servent de dissolvant aux huiles empyreumatiques de la combustion, à l'acide carbonique de la fumée, aux émanations ammoniacales et hydrosulfatées des fosses d'aisances et aux produits de la respiration des animaux. La pluie qui tombe sur un sol desséché répand une odeur à laquelle l'humidité seule peut servir de véhicule. Pour se faire une idée approximative des produits dont notre respiration et notre transpiration cutanée sont susceptibles de charger l'air ambiant, qu'on souffle sur une lame de verre, surtout à jeun, et qu'on place la lame de verre sur le porte-objet du microscope; on y découvrira sans peine une foule de dendrites d'hydrochlorate d'ammoniaque, et une couche appréciable de gouttelettes oléagineuses et albumineuses, laquelle, à l'œil nu, donnera les anneaux colorés des couches de mince épaisseur. Si jamais on pousse plus loin les recherches, et qu'on recueille une plus grande quantité de ces produits, on y trouvera des acétates acides, des phosphates d'ammoniaque, etc. Ainsi l'air des lieux habités se charge d'une quantité considérable de vapeurs acides et alcalines, qui peuvent servir de menstrue à l'huile et à l'albumine, et rendre ces deux substances volatiles avec elles (65), par le fait seul de leur ré-

ciproque association. L'air enfin est imprégné de substances végétales et animales, qui, selon les circonstances, peuvent y séjourner ou s'en précipiter plus ou moins lentement. Le froid, qui condense les vapeurs; la chaleur, qui raréfie l'air, dépouillent également l'atmosphère de toutes ces impuretés, qui s'en précipitent sous forme de pluie, et de brouillards, ou sous forme de poussière. Mais on ne se refusera pas à admettre qu'elles peuvent aussi s'en précipiter par la neutralisation des substances qui leur servent de menstrue; la conséquence est rigoureuse. Or, dans tous ces cas, l'albumine dissoute dans l'eau se précipite alors sous forme de membranes plus ou moins aranéeuses; l'albumine de l'air pourra aussi se précipiter, dans des cas plus ou moins extraordinaires, sous forme de fils ou de flocons; et il n'y aurait rien de si étrange à admettre que ces fils d'araignée, qui voguent dans les airs aux premiers rayons du printemps, et que le peuple désigne sous le nom de la *bonne Vierge qui file*, soient, au moins en certains cas, les produits spontanés d'un précipité albumineux. Cependant je suis bien éloigné en même temps de nier, que la plupart de ces apparitions aranéeuses soient le produit de petites araignées, que les premiers rayons du soleil viennent de faire éclore.

3075. L'observation suivante m'a fourni les moyens d'expliquer la raison, qui porterait ainsi les araignées à filer des tissus que le vent enlève. Au mois de septembre 1837, époque à laquelle l'araignée à gros abdomen et à pattes courtes (*aranea diadema*) étend ses filets verticaux sur les orties de nos boulevards et sur les arbres de nos jardins, j'enlevai à la pointe de ma canne, un de ces gros porte-couronne qui venait de filer un paquet d'œufs tout près de lui; il faisait un vent assez fort; aussitôt l'araignée se mit à dévider de son anus un tissu que le vent semblait tirer à la filière, et qui s'étendit de proche en proche jusqu'à la longueur de deux pieds, comme un écheveau de fil que le vent déviderait et allongerait outre mesure. Ce paquet dévidé présentait tous les caractères des

fils de la Vierge, que nous voyons portés au loin par le souffle de la brise du printemps. L'araignée cessa son dévidage, lorsqu'elle sentit que l'écheveau s'était accroché contre un rameau; et elle se détacha alors de la canne, confiante dans le parachute qu'elle venait de s'ourdir. Les jeunes araignées doivent, au printemps, recourir à ce moyen de transport, pour passer du sommet d'un arbre à un autre, pour émigrer de proche en proche, et ne pas s'attacher toutes à la fois au point où la mère a déposé des myriades d'œufs en un même paquet. Chacune de ces petites araignées doit se créer un petit parachute, que le souffle du vent dévide, et qui a assez d'ampleur pour porter au loin le petit insecte, sans qu'il ait à craindre une chute qui lui serait funeste; et tous ces parachutes de gaze sont les *fils de la Vierge*, qui voguent dans les airs jusqu'à ce qu'un rameau les arrête et retienne l'insecte voyageur. Quand l'animal veut passer ensuite d'une branche à une autre, pour y fixer la trame de sa toile, il suit à peu près le même système ; il se pend à un fil, se laisse aller à son poids, et se rend à la branche opposée, par suite de l'impulsion qu'il s'est donnée en se balançant, ou bien porté par le souffle du vent. Nous reviendrons sur ce sujet, sous le rapport chimique, en nous occupant de la soie.

3076. La publication du *Nouveau système de chimie organique* a fixé l'attention des chimistes sur la théorie des tissus spontanés, ainsi que sur l'imperfection de nos analyses de l'air. En 1835, Vogel (*) a admis dans l'air une substance organique, qui se comporterait exactement comme les substances azotées, mais qui, d'après lui, ne proviendrait que de la transpiration cutanée. En 1834 (Académie des sciences, 30 juin), Boussingault annonce l'existence dans l'air d'une substance hydrogénée; il a vu noircir l'acide sulfurique dans le voisinage des routoirs ; mais on le voit noircir partout, lorsqu'on l'expose à l'air atmosphérique. Il a répété les expé-

(*) *Journal de pharmacie*, tome XXI, page 321.

riences de Rigaut Delille et de Moschati, d'après lesquels la rosée condensée sur un corps froid, donne une eau putrescible, contenant des flocons de matière azotée, et qui, par le nitrate d'argent, offre un précipité qui passe promptement au pourpre ; ce qui est susceptible d'une autre explication, en pensant que la rosée a séjourné sur des surfaces organisées ; et la rosée est un excellent véhicule à cause de sa grande pureté. Les expériences de Boussingault n'ajoutent rien à la question, qui est plus compliquée que dans l'opinion de l'auteur ; ce n'est pas seulement de l'hydrogène pur ou combiné qui existe dans l'air, c'est de l'hydrogène carboné, de l'hydrogène sulfuré, de l'ammoniaque pur ou combiné, et toutes les substances que ces réactifs sont dans le cas de dissoudre, et qui se rencontrent ou se dégagent à la surface du sol. Ces substances, en tombant dans l'acide sulfurique, se carbonisent ; et en tombant dans le nitrate d'argent, elles le précipitent par leurs hydrochlorates. Il est, en fait de recherches chimiques, des choses que le raisonnement et l'analogie indiquent mieux que ne pourraient le faire les expériences les plus nombreuses.

COROLLAIRE FINAL DE LA DEUXIÈME DIVISION (1467).

APPLICATION A L'ÉTUDE DES ANIMAUX MICROSCOPIQUES, AUTREMENT DITS INFUSOIRES.

3077. Lorsque, il y a plus d'un siècle, le microscope eut permis d'observer les infiniment petits, les animaux microscopiques frappèrent l'imagination des savants, et cette découverte s'enveloppa, ainsi que toutes les révélations, d'un merveilleux, qui fit long-temps la base de la physiologie de ces petits êtres ; par cela seul qu'ils étaient invisibles à l'œil nu, ils n'eurent rien de commun avec l'organisation de notre monde visible ; et Lamarck, qui fit un pas en avant, en pla-

çant une partie des infusoires décrits et figurés par Muller près des polypes, n'osa pas secouer tout-à-fait le préjugé à l'égard des autres. D'après lui, les infusoires étaient des masses gélatiniformes, dépourvues de sens, de muscles, de nerfs, d'organes de la digestion, etc.; et son opinion était encore professée par tous nos physiologistes en 1827, époque à laquelle nous avons publié nos premières recherches sur les tissus. «Des animaux qui se contractent et se dilatent, disions-nous (*), sont pourvus de muscles, et par conséquent de nerfs; ils ont peur, donc ils pensent; ils évitent un obstacle, donc ils le voient; ils reculent au moindre contact, donc ils ont le sens du toucher; et en même temps, par une induction plus hardie alors que les précédentes, nous démontrions le mécanisme de la contraction musculaire sur le rotifère (1576). Cette idée fixa l'attention des observateurs, et surtout la considération suivante : « Le muscle, réduit à sa plus simple expression, peut s'offrir sous la forme et les dimensions d'un simple cylindre de $\frac{1}{00}$ de diamètre, qui dès lors est dans le cas de se confondre, par l'aspect et la coloration, avec tous les tissus ambiants; et partant il existera invisible à nos moyens actuels d'observation. Si l'on plaçait sous les yeux de l'observateur, sur le porte-objet du microscope, un filet élémentaire de l'un des muscles de nos plus grands animaux, sans lui en indiquer l'origine, il serait exposé à ne jamais pouvoir la deviner. »

3078. A la même époque, 1827, dans le travail sur l'alcyonelle, nous démontrâmes (1926) qu'on avait pris pour des animalcules des lambeaux de tissus, et pour des infusoires, des fragments de polypes; enfin, que ces polypes d'eau douce, si hétéroclites, étaient très élevés dans le cadre zoologique, et que l'alcyonelle tant défigurée par l'Encyclopédie méthodique, jouissait de la structure des céphalopodes;

(*) *Second mémoire sur les tissus de nature animale*, p. 21, paru dans le n° de janvier 1829 du *Répertoire général d'anatomie*.

nous démontrâmes en même temps l'utilité des réactifs chimiques, comme moyens anatomiques.

3079. On commença à abandonner dès ce moment l'ancienne définition des infusoires, et on se reporta sur l'étude de leur complication. Ehrenberg est l'un de ceux qui s'est jeté avec le plus d'activité dans cette voie de recherches; mais il est fâcheux que la méthode et la patience de l'observation n'aient pas présidé aux investigations de l'auteur; tant d'efforts et tant de zèle n'auraient pas abouti à des résultats aussi complétement erronés; il est encore plus fâcheux que de tels travaux soient adoptés de confiance et imposés à la publicité, par l'influence des noms que la politique a rendus encore plus puissants que la science elle-même. Ehrenberg a dessiné pour des organes, des accidents de surface, dont il n'a pas eu l'occasion de se rendre compte par les lois de la réfraction. Il a vu des muscles et des nerfs dans des plis d'une membrane qui se dessèche, et des estomacs dans des globules. Pour démontrer l'existence de ces estomacs, il a placé les animalcules dans une solution d'indigo, pensant que l'animal, en avalant l'indigo, colorerait ainsi ses estomacs transparents aux yeux de l'observateur. Mais l'auteur n'a pas fait attention que l'indigo ne se dissout pas dans l'eau, qu'il y reste en grumeaux isolés, et en grumeaux d'un calibre tel, que pas un seul ne saurait entrer dans l'œsophage des plus gros de ces animalcules. Ensuite, ces animaux n'ont aucun appétit de substances semblables à l'indigo, puisqu'ils meurent dans une eau empoisonnée par cette substance; mais un animal n'avale point ce qui lui répugne, il le repousse en le flairant; il se contracte en lui-même en présence du danger, et ne se développe de nouveau dans le liquide que lorsqu'il sent le danger éloigné. Donc l'indigo ne saurait pénétrer dans les estomacs de ces animalcules. L'indigo que l'auteur a cru voir en dedans de l'animal, était donc au-dessus ou au-dessous de lui; et les organes qu'il a pris pour des estomacs plus fortement colorés, ne sont que des organes d'un pouvoir plus

réfringent que le reste du corps, et qui par conséquent réfractent le bleu avec plus d'intensité que ne le font les tissus qui les environnent. En effet, placez ces animalcules sur un porte-objet de verre bleu, et vous observerez les mêmes phénomènes qu'a cru voir Ehrenberg; et si tous les organes globulaires, qui seront plus colorés en bleu que les autres, sont par cela seul des estomacs, vous pourrez en compter neuf à dix dans un *kolpode*. Mais, ce qui achèvera de rendre compte de l'illusion à laquelle nous sommes redevables des idées d'Ehrenberg, examinez avec soin tous les accidents colorés que vous croyez voir sur un infusoire placé dans une goutte aqueuse d'indigo, et puis déplacez l'animalcule avec la pointe d'une épingle, il vous arrivera souvent de voir attachés au porte-objet, les accidents que vous croyiez voir dans l'intérieur de l'animalcule même. Quant au moyen d'observation tiré des accidents que présente l'animalcule sur le point de se dessécher, il n'y en a pas de plus illusoire et de plus trompeur; car il serait peu rationnel de déduire les phénomènes de structure et d'organisation, des modifications qu'offre un animal qui se désorganise. Lorsque nous publiâmes nos premières méthodes d'observation pour les infiniment petits, nous ne nous attendions pas à les voir donner lieu à des applications de ce genre. Nous avons été moins surpris de voir celles-ci en faveur auprès de l'Académie des sciences de Paris.

L'exemple suivant, qui est tout récent, donnera la mesure du talent d'observation du seul de ses membres, à qui il a été enjoint de s'occuper plus spécialement du microscope. Le jeune Gervais trouve, au canal de l'Ourcq, parmi les conferves, des granules qui lui paraissent curieux; il en conserve l'hiver et en fait part à ses amis et à ses protecteurs. Turpin n'est pas oublié. Celui-ci déclare que ce sont des graines d'*érysiphe*; mais le jeune auteur, mieux avisé et qui connaissait notre travail sur l'alcyonelle, réforme l'opinion du juge, et lui apprend à voir un œuf de plumatelle ou de cristatelle, dans ce que le juge prenait pour la spore d'une moisissure. Mais cet

œuf est hérissé, sur sa périphérie, de piquants bi ou tricuspides au sommet; le juge dessine cet organe couronné d'un rang de ces cils; la figure paraît dans les comptes-rendus de l'Académie des sciences, pag. 41. Mais le jeune auteur découvre deux fautes grossières dans son dessin : d'abord, l'académicien n'a pas vu le bourrelet de l'œuf, bourrelet qui établit l'analogie de cet œuf avec celui de notre alcyonelle; l'académicien n'a décrit qu'un seul rang de cils; et il en existe deux qui partent du sillon qui sépare l'œuf proprement dit de son bourrelet.

Enfin, l'œuf est éclos au printemps, et il en est sorti un animal que l'académicien a gardé trois jours, et qu'il a sans doute dessiné d'idée et de souvenir le quatrième; car depuis les figures de Rœsel et Ledermuller, jamais le polype n'avait été dénaturé d'une manière plus étrange. On en jugera par le dessin que l'auteur en a publié dans les *Annales des sciences naturelles*, 2e série, tom. 7, pl. 2, fig. 8 et 9, septembre 1837; figures en vertu desquelles l'auteur rétablit le genre Cristatelle, d'après un animal qui se trouve (mieux conformé, il est vrai) dans toutes les plumatelles qui sortent de l'œuf, ainsi que nous nous faisons fort de le démontrer publiquement, si la publicité nous était permise. Quoi qu'il en soit, tout cela était peu embarrassant à faire en trois jours. Mais une chose plus embarrassante, c'était d'expliquer, comment il se faisait que des œufs épineux pouvaient sortir d'un animal aussi mollasse; et l'académicien de s'écrier en face de ses confrères ébahis : *Quelle est la malheureuse mère condamnée à pondre des œufs aussi horriblement hérissés de crochets?* ce qui inquiétait beaucoup sa philanthropie; lorsqu'il vit l'animal pondre des œufs lisses et sans crochets, preuve que les crochets ne poussaient qu'après la ponte; et les œufs il les a dessinés sur la figure précitée. Concevez-vous des polypes qui pondent le troisième jour de l'éclosion, et qui pondent au printemps; c'est curieux pour nous, qui n'avons trouvé les œufs mûrs et bons à pondre qu'en automne. Mais enfin nous

avons cherché à nous éclairer par les figures de l'auteur ; et, ô méprise académique ! ô Minerve de la science française ! comment trouver le mot propre pour qualifier votre erreur ? le paquet que vous avez pris pour un œuf de l'animal est tout simplement son excrément ; oui, ce que vous avez marqué de la lettre (*d*) sur la fig. 9, pl. 2, tom. VII, est sorti de l'anus et non de l'oviducte; il a été élaboré par le canal intestinal et non par l'ovaire ; nous vous avions averti de la mystification, en vous faisant observer (*) que Roesel, avant vous, avait déjà pris ces saletés pour la coiffe des racines des *lemna*. Ainsi la solution du problème qui doit nous rassurer sur le sort de la *malheureuse mère*, n'est pas encore obtenue par la méthode académique ; et comme cette question intéresse assez vivement la philanthropie, nous allons prendre la liberté de toucher à ce grave sujet. L'animal, dans lequel l'Académie a trouvé le moyen de réhabiliter le genre *cristatelle*, est tout simplement un jeune échantillon d'alcyonelle ou plumatelle, ratatiné de besoin ou de frayeur, et ne trouvant pas de quoi vivre dans le verre de montre de l'observateur. Nous l'avions figuré sous cette forme, et plus ou moins grossi, dans le *Mémoire sur l'alcyonelle* (pl. 13, fig. 9; et pl. 16, fig. 1). Les œufs que le polype pond, non pas au printemps, mais en automne, sont lisses et tels que nous les avons figurés (pl. 14, fig. 4 à 9) ; ils sont ovales, aplatis et bordés d'un bourrelet, sans communication avec l'œuf proprement dit; ce bourrelet possède une organisation différente de celle du corps de l'œuf; on le voit marqué de stries transversales très prononcées, quand on en observe les parois à travers le jour ; ce bourrelet se désorganise bien avant que l'œuf n'éclose ; et son tissu se désagrège, pour attacher l'œuf aux corps ambiants ; ses stries transversales deviennent, en s'isolant successivement, des lanières terminées par deux ou trois cils ; en sorte qu'à une certaine époque, le bourrelet est réduit à sa

(*) *Mémoire sur l'alcyonelle*, 1827, part. I, § 11.

paroi interne; et son écorce s'est décomposée en cils rayonnants, qui semblent s'insérer dans la commissure qui unit le bourrelet à l'écusson, à peu près comme l'écorce du cerisier se détache en lanières transversales, et que le test de tant de graines se déchire en pellicules d'une grande régularité. A la faveur de ces débris de son bourrelet, l'œuf s'accroche aux conferves, aux mousses qui recouvrent les pierres siliceuses, pour qu'à l'époque de l'éclosion, l'animal se trouve dans la position qui est favorable à sa nutrition. Voilà tout le mystère, qu'une étude continuée pendant plus de trois jours aurait probablement fait découvrir aux micrographes de l'auguste assemblée. Nous terminerons cette petite leçon toute personnelle par la réflexion suivante : « A quoi servent les rapports académiques et la solennité dont la presse a l'ordre de les environner, quand un jeune auteur y voit plus clair, sur la détermination du corps en litige, que l'académicien rapporteur? »

1° *Règles générales relatives à l'étude des animaux microscopiques.*

3080. 1° Les micrographes regardaient la monade comme l'animal le plus simple de la création, et cela parce qu'ils ne pouvaient pas découvrir un seul organe, avec leurs instruments le plus puissants, dans un être d'une aussi petite dimension. Leur opinion était donc basée sur un sophisme, en vertu duquel tout ce qui est invisible n'existerait pas, et en vertu duquel Paris, observé à vingt lieues de distance, serait la plus petite des masures de la France. Avant la découverte du microscope, les observateurs regardaient, par suite du même raisonnement, comme les animaux les plus simples, les animalcules de deux ou trois millimètres de diamètre. Il ne faut plus désormais voir les limites de la création, dans les limites actuelles de l'observation, et arrêter l'analogie à la puissance de nos grossissements. Quand un être est trop petit pour que nous puissions en saisir les détails, ne traduisons pas ce fait

par celui-ci : « Cet être n'a aucun détail; il est de la plus grande simplicité. »

En conséquence, la monade, ce globule à peine distinct, si ce n'est par ses mouvements, aux plus forts grossissements de nos microscopes, peut être aussi compliquée qu'un brachion (pl. 19, fig. 6); elle n'en diffère que par des dimensions 100 fois moins grandes. Mais elle se meut et elle se propage comme le branchion; donc elle est aussi compliquée dans son organisation que le brachion lui-même.

3081. 2° Ayez recours à l'analogie, pour obtenir le résultat que l'observation directe vous refuse; mais que l'analogie ne soit que la continuation en ligne directe de l'observation.

3082. 3° Méfiez-vous des accidents qui sont les produits de la dessiccation et de la mort. Une bosselure au microscope, un pli formé au hasard et d'une manière toute mécanique, est dans le cas de prendre la place et l'aspect d'un organe véritable.

3083. 4° Puisque le scalpel est impuissant à démêler les organes de ces infusoires, ayez recours aux réactifs, qui rendent certains organes saillants, en amincissant certains autres, qui colorent les uns plutôt que les autres; mais interprétez sagement les effets de ces réactions. Ne prenez pas ce que vous voyez, par transparence, au-dessous du corps de l'animal, pour des objets qui auraient pénétré dans le corps de l'animal même. L'ammoniaque est éminemment propre à cette dissection chimique, en ce qu'elle dissout les tissus albumineux très jeunes, et qu'elle colore, à travers les parois, les produits de la digestion, incolores jusque là. L'éther amincit les tissus oléagineux et coagule les autres; l'alcool, en coagulant les tissus albumineux, les rend beaucoup plus opaques; enfin les acides rendent transparents les tissus osseux opaques. C'est à la faveur de ces diverses réactions que nous avons mis à nu l'organisation des polypes (*) et celle des helminthes (**).

(*) *Mém. sur l'alcyonelle*, 1827.

(**) *Annal. des sciences d'observation*, tom. II, p. 244. 1829.

3084. 5° Ayez soin de mesurer tout ce que vous décrivez à chaque réaction nouvelle, afin de suivre l'organe d'une manière sûre, dans toutes les transformations de l'individu, et d'asseoir vos analogies sur des données précises.

3085. 6° Ne prenez pas l'animal malade ou rentré en lui-même, pour un animal différent; ni deux animaux accouplés pour un animal de nouvelle espèce ou un animal qui se scinde en deux. Surtout ne prenez pas l'œuf sur le point d'éclore pour un animal parfait; et c'est, nous en sommes certain, ce qui est arrivé aux micrographes, depuis Muller jusqu'à nous. Muller a décrit, sous le nom de *leucophra conflictor*, et, après lui Lamarck, sous le nom de *trichoda conflictor* (*Encycl.*, pl. 10, fig. 1), une sphère très opaque, qui reste à la place où on la surprend, frémissante, mais immobile, se contractant comme par des commotions électriques, mais restant opiniâtrément attachée au point du porte-objet où le hasard l'a mise, comme l'huître à son rocher; animal sournois, et singulier conspirateur, qui ne communique avec personne, et ne se dérobe pas à l'inquisition. La fig. 8, pl. 19, donne le signalement exact de l'un de ces factieux microscopiques; il est opaque, parsemé de globules et de plis sur sa surface; mais de plis tels, qu'on en observe sur un test qui se dessèche. D'autres fois, il est comme partagé en deux calottes par une zone, par un équateur plus opaque que tout le reste de la sphère. Lorsqu'on cherche à se rendre compte de la cause de ses mouvements saccadés, on reconnaît qu'au-dessous de l'écorce plissée, opaque et globulaire, une masse se déplace en tournant sur elle-même, autour d'un axe vertical qui passerait par le centre de ce globe; et cette masse, en se déplaçant ainsi, trace à l'œil des stries concentriques qui vont et viennent, et que j'ai essayé de représenter en (α, fig. 8, pl. 19). Il y a des mots qui amènent des soupçons, et des soupçons qui révèlent tout-à-coup une analogie; on dirait que ce conspirateur est un fœtus qui conspire contre sa coque, et qui se déplace et s'étend pour la rompre et s'échapper dans l'eau,

enfin que notre *leucophre* n'est qu'un œuf d'un infusoire. J'ai observé tant d'œufs d'insectes sur le point d'éclore, que je ne saurais mieux comparer ce que j'ai observé sur la leucophre conspiratrice, qu'à ce que j'ai vu sur l'œuf des chenilles et des araignées. Pour vérifier mes soupçons, je pris à la pointe d'une aiguille, une de ces *leucophres* prétendues (fig. 8, pl. 19), et je la déposai toute seule dans l'eau d'un verre de montre, placé sur le porte-objet de mon microscope double, que j'amenai au-dessus de notre conspirateur, dont l'immobilité rendait l'observation plus facile. J'avais préalablement parcouru toute la surface du liquide, pour m'assurer qu'il ne renfermait aucun infusoire, de quelque genre que ce fût. Le lendemain, je trouvai, à la place de mon conspirateur, deux valves ouvertes par déchirement; et, voguant dans le liquide, un brachion du genre de celui de la fig. 6, pl. 19, et qui me parut se rapporter très bien au *brachionus mucronatus* de l'*Encycl.*, pl. 28, fig. 6 et 7. La *leucophra conflictor* n'est donc qu'un œuf de brachion sur le point d'éclore. Or, il n'est pas rare de trouver ces brachions portant, à la naissance de leur queue, un œuf qui offre tous les caractères et les dimensions de la *leucophra conflictor*, c'est-à-dire ayant $\frac{1}{10}$ de millimètre en diamètre, tandis que le brachion a $\frac{1}{3}$ environ de millimètre en longueur; or notre prétendue *leucophra* (fig. 8) n'avait que le tiers du brachion (fig. 6), rapport qui existe entre l'œuf et l'animal qui le porte, ainsi qu'on peut le voir sur les fig. 26, 29, 30, pl. 28, de l'*Encyclopédie* (*).

3086. 7° Tenez soigneusement compte des formes du test, des découpures de ses bords, afin de ne pas être exposés à croire que l'animal pousse au-dehors des organes, alors qu'en rentrant en lui-même, il met à découvert des appendices de

(*) Quoique je n'en aie pas la preuve directe, il est plus que probable que bien d'autres êtres enregistrés dans nos classifications micrographiques ne sont que des œufs d'infusoires, et que les *vorticella sphæroïdea* et *cincta* de Muller (*Encycl.*, pl. 19, fig. 4 8) sont dans ce cas.

son test, comme cela est arrivé à Dutrochet, qui a vu une paire d'yeux pédiculés et une paire de tentacules, dans quatre piquants du test d'un brachion (pl. 29, fig. 7, *Mémoires sur les végétaux et les animaux*, 1837).

3087. 8° Ne prenez pas surtout l'anus pour la bouche, chez les animaux, où ces deux ouvertures se trouvent fort près l'une de l'autre, comme cela est arrivé à l'égard des brachions; et à ce sujet il ne sera pas sans intérêt de nous livrer à quelques développements, sur la structure et les analogies de cette classe d'infusoires. Dans notre mémoire *sur l'alcyonelle* (en 1826), nous avions signalé l'analogie incontestable des polypes avec les céphalopodes tentaculés. Dans les *Annal. des sciences d'observation*, 1829, et plus tard, dans la première édition du *Nouveau système de chimie organique*, 1833, pag. 239, nous avons signalé l'analogie, tout aussi incontestable, de la structure du rotifère (pl. 19, fig. 1) avec celle des polypes et des poulpes; nous sommes en mesure aujourd'hui d'étendre cette grande analogie aux brachions (pl. 19, fig. 6).

3088. Le *rotifère* (1576), cet animal jadis porteur de deux roues dans les livres des micrographes, n'est plus aujourd'hui, depuis notre travail sur les organes respiratoires, que porteur d'un fer à cheval, analogue à celui des polypes de l'alcyonelle, mais non tentaculé. Ce fer à cheval est sa branchie, qui se couvre de cils d'expiration, et attire par l'aspiration les corpuscules dans l'organe de la déglutition. La fig. 1, pl. 19, le représente fonctionnant et attaché par le trident de sa queue (q) contre la surface du porte-objet; il a alors en longueur de $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{4}$ de centimètre. Il s'allonge d'autant plus qu'il a plus épuisé le milieu qui l'enveloppe. Lorsqu'on l'emprisonne dans la cavité d'un porte-objet à réactifs (486) rempli d'eau pure, on le voit s'étirer d'une manière prodigieuse, et devenir d'autant plus transparent qu'il s'étire davantage. Lorsque le milieu est épuisé, il détache sa queue du porte-objet, et il vogue dans le liquide comme un trait qui

traverse l'air. Pendant tout le temps que l'animal fonctionne, on aperçoit les deux demi-lunes (*m*) s'écarter et se rapprocher alternativement, comme deux mâchoires internes que ferait mouvoir la mastication. On voit quelquefois l'animal s'arrêter et se contracter brusquement (fig. 5), et puis se développer avec précaution, pour saisir avec le trident de sa queue (*q*), comme avec une main, un corps étranger qui s'était engagé entre les deux organes respiratoires (*r*), c'est-à-dire dans le canal œsophagien. Une fois débarrassé de cet obstacle, l'animal reprend ses fonctions de respiration, et se met de nouveau à nager dans le liquide. On découvre alors, tantôt à droite et tantôt à gauche, un petit prolongement vermiforme (*an*), dont l'analogie m'avait long-temps échappé; mais je le surpris un jour qui en tirait comme un corps étranger, avec le trident de sa queue, de la même manière que je l'avais vu en tirer un de la sorte de l'orifice buccal; et je présumai que ce prolongement pourrait bien correspondre au prolongement anal des polypes et des poulpes. Le hasard me fournit l'occasion de me convaincre que je ne m'étais pas trompé. En effet, je rencontrai un rotifère en proie à un laborieux enfantement (et tel que le représente la fig. 2, pl. 19), les organes respiratoires rentrés en dedans (*b*), la queue envaginée (*c*), le ventre arrondi, et dans le sein duquel se dessinaient deux grandes masses oviformes (*ov*); le petit appendice (*an*), en érection, éjaculait dans le liquide des chapelets de globules verts enchaînés entre eux, comme les œufs glaireux des batraciens; cet appendice était donc l'analogue de l'appendice anal des polypes, qui est en même temps l'oviducte; et notre rotifère pondait des œufs; notre rotifère est donc un céphalopode non tentaculé, une ascidie armée d'une queue. Dès ce moment, il est permis de désigner son organe (*m*) comme l'analogue du bec interne des poulpes, et les deux points transparents (*o*) comme ses yeux.

3089. Ce printemps de l'année 1837, j'ai eu l'occasion d'étudier, d'après ces données, une foule de brachions, mais

surtout celui de la fig. 6, pl. 19, qui se rapporte assez bien au *brachionus ovalis* de l'*Encyclopédie*. Il a environ $\frac{1}{3}$ de millimètre en longueur ; et je l'ai soumis à un grossissement de 350 diamètres, en le tenant fixé entre deux lames de verre. L'organe qui m'offrait le plus d'analogie avec l'organe (*an*) du rotifère (fig. 1) est certainement l'organe marqué des mêmes lettres (*an*) sur la fig. 6. Mais malheureusement c'est celui que les micrographes ont pris pour des mâchoires intérieures, plaçant ainsi, au dedans du corps, ce qui certainement se trouve à l'extérieur, et prenant l'*anus* pour un appareil de la bouche. Car cet organe (*an*) n'offre aucun mouvement analogue à celui des mâchoires; il ne change aucunement d'aspect, pendant que tout fonctionne autour de lui, et que l'aspiration fournit à la déglutition une ample provision de globules suspendus dans le liquide. On voit des points verdâtres tourbillonner, comme autour d'un axe et avec une incroyable vélocité, dans l'organe (*s*), exactement comme doit le faire le bol alimentaire ; l'organe (*s*) est donc le laboratoire de la digestion; c'est la cavité stomacale. Quant à l'organe (*re*), c'est un large boyau qui se contracte et se dilate comme une outre par des mouvements péristaltiques violents; cet organe ne saurait être l'œsophage, qui n'offre jamais rien de pareil; il ne saurait être que le tube intestinal; or, ce tube se termine au sphincter étoilé (*an*), qui, dès ce moment, a tous les caractères de forme et de position de l'anus. L'œsophage doit donc être placé derrière cet intestin et l'estomac, entre le test et ces deux organes; et c'est là sa place chez les polypes et les poulpes. L'organe (*oe*) est peut-être une anse de l'œsophage, que refoule le mouvement des intestins. Mais les deux corps réniformes (*ov*) appartiennent certainement à l'appareil de la génération et sont les deux ovaires. La queue (*q*), analogue à une queue de morue, termine le corps, et joue librement entre le test (*tt*), qui paraît avoir, vers le bas (α), quatre échancrures et quatre dents. L'organe respiratoire est placé, comme chez le roti-

fère (fig. 1), sur la partie antérieure; mais, sur le brachion ovale, il est hérissé de véritables cils immobiles et non vibratiles; et les deux yeux sont, ou bien placés en (*oc*), ou protégés par cet appendice du test osseux. Les brachions sont donc aussi analogues aux céphalopodes par leur structure générale, et leur test peut être considéré comme analogue à l'os de la sèche, mais à un os développé beaucoup plus superficiellement que chez ce dernier animal. Afin de mettre plus à découvert les rapports de continuité de l'organe (*an*) et des intestins, j'ai placé l'animal sous une goutte d'ammoniaque (fig 7), qui a respecté le test (*tt*), la queue (*q*), qui a rendu plus transparente la portion antérieure du corps (*b*); mais qui, en augmentant l'opacité de l'organe (*an*), ne laisse pas que de montrer que cet organe continue organiquement les organes (*re*) et (*s*), c'est-à-dire l'estomac et l'intestin de l'animal.

2° *Projet de classification des animaux du bas de l'échelle.*

3090. Les différences dans les dimensions ne sauraient être des caractères, pas plus à l'égard des infusoires qu'à l'égard des animaux supérieurs. Si nous classons un rat à côté des plus grands mammifères, rien ne s'oppose à ce qu'un infusoire, un microscopique, puisse être classé à côté d'un calmar. Une classification rationnelle ne prend ses caractères que dans la structure, et non dans les rapports de grandeur.

3091. Les rapports de la structure générale sont souvent signalés par l'analogie de deux ou trois organes spéciaux; chez les infusoires les plus petits, nous avons, dans l'organe cilié, qui est certainement un organe respiratoire, nous avons un élément d'analogie dont la classification est dans le cas de tirer un immense parti.

3092. La dénomination d'infusoires est aussi impropre que celle de *microscopiques;* l'une indiquerait que ces animaux ne viennent que dans les infusions de nos laboratoires, ce qui

est faux, puisque nous les trouvons abondamment dans toutes les mares et les eaux stagnantes ; l'autre établirait une différence sur les dimensions, ce qui est arbitraire.

3093. Ne prenons pas le porte-objet pour un nouveau monde, et soyons convaincus que la nature n'a pas fait, dans ses lois, un saut brusque, exprès pour se conformer à nos moyens d'observation. Cherchons donc, dans les infiniment grands, les analogues des infiniment petits.

3094. Nous avons, dans les plus gros infusoires, trois analogies distinctes et dont nous pouvons apprécier la valeur. La position de l'organe respiratoire autour de l'ouverture œsophagienne, la courbure du tube alimentaire, qui fait que l'anus se trouvé ramené dans le voisinage de la bouche ; enfin les phénomènes de l'expiration qui se révèlent par le jeu apparent de cils vibratiles, caractère qui se montre et sur les mollusques, les uns à tous les âges et les autres à un âge quelconque de leur existence, et sur les animaux mous de la plus grande dimension, tels que les aplysies, les *béroë*, les *doris*, les méduses, etc. Comme ces trois caractères existent à la fois sur le même individu, la présence de l'un des deux nous autorise à admettre l'existence des deux autres, sur les individus trop petits pour se prêter à une observation plus complète.

3095. En conséquence, nous réunirions, dans un même embranchement, tous les animaux sans vertèbres, qui, à une époque quelconque de leur existence, offrent une expiration ciliaire, et se hérissent, sur l'une quelconque de leurs surfaces, de prétendus cils vibratiles ; ce qui comprendrait principalement les gastéropodes, les céphalopodes, les polypes, les actinies et les infusoires.

3096. Nous réunirions dans la même classe : 1° les Hydres, les Actinies et les Polypes sans canal intestinal, et qui n'offrent point les cils respiratoires ; 2° les Poulpes, les Polypes à canal intestinal, aux Brachions et aux Rotifères ; 3° les Vorticelles, les Monades aux Ascidies ; 4° les Kolpodes, Bur-

saires, et la plupart des Trichodes (à l'exception de *trichoda bomba*, qui n'est peut-être qu'un planorbe à peine débarrassé de son œuf) aux Planaires ; 5° les Cercaires aux Hirudinées ; 6° les vrais Vibrions aux Helminthes, aux Naïs et Néréides, etc. Enfin prenant, pour caractère de division, la position et la forme de l'organe respiratoire, j'adopterais une méthode de classification provisoire des microscopiques, analogue à la suivante :

ANIMAUX SANS VERTÈBRES ET INARTICULÉS.

A. — ANIMAUX BRANCHIÉS (qui respirent par des branchies, mais dont l'expiration n'engendre point de cils) : *hydres, vibrions, sangsues, helminthes, néréides, actinies*, etc. ?

B. — ANIMAUX BRANCHIAIRES (qui respirent par des branchies, et dont l'expiration se manifeste par des jets en apparence ciliaires) : *rotifère, brachion, vorticelle, polypes alcyonoïdes, poulpes, mollusques bivalves et univalves, méduses, aplysies*, etc.).

B. ANIMAUX BRANCHIAIRES.

a. — CÉPHALO-BRANCHIAIRES (qui ont l'organe respiratoire placé autour de l'ouverture de la bouche) : POLYPES, POULPES.

b. — PÉRIBRANCHIAIRES (qui ont l'organe respiratoire disposé sur le pourtour du corps) : KOLPODES, MONADES, PARAMÈCES.

c. — AMPHIBRANCHIAIRES (qui ont l'organe respiratoire double et placé aux deux extrémités opposées du corps): certains KERONES ?

d. — HYPOBRANCHIAIRES (qui ont l'organe respiratoire placé sous le corps) : certains KERONES.

a. Céphalo-branchiaires.

1° α. *Tentaculés, libres et sans coquille* : POULPE, CALMAR, SÈCHE, TRITON, etc.

β. *Tentaculés, libres, avec coquille* : ARGONAUTE ET CÉPHALOPODES MICROSCOPIQUES, MILIOLITES, etc.

γ. *Tentaculés non libres*, et se reproduisant par gemmes aussi bien que par graines : POLYPES ANALOGUES A CELUI DE L'ALCYONELLE.

2° α. *Non tentaculés, cyclo-branchiaires* (ayant l'organe expiratoire disposé, en forme de cercle, autour de la surface antérieure du corps) : VORTICELLES LIBRES ET RAMIFIÉES, VOLVOCES SOCIALES, GONES, ASCIDIES, etc.

β. *Non tentaculés, hémibranchiaires* (ayant l'organe expiratoire en forme d'un fer à cheval analogue à celui des polypes tentaculés): ROTIFÈRES (comprenant tous les infusoires de cette structure qui n'ont pas de test); BRACHIONS (comprenant tous les infusoires de cette structure qui sont munis d'un test); certains BURSAIRES, certains TRICHODES.

3097. Et je supprimerais sans retour, non seulement les dénominations d'infusoires et d'animalcules microscopiques, mais encore toute dénomination qui tendrait à établir une ligne de démarcation, entre les animaux qu'on n'aperçoit qu'au microscope, et ceux qu'on peut apercevoir à l'œil nu.

FIN DU DEUXIÈME VOLUME.

NOTES ADDITIONNELLES.

I. CHALEUR DÉGAGÉE PAR LA MOUTURE (page 137).

(1354 *bis*). Cette note, pour être bien comprise, suppose la lecture de la quatrième partie de l'ouvrage, vol. III, pag. 764. Le thermomètre est un instrument propre à constater le degré de chaleur d'une atmosphère, mais non toute la quantité de chaleur dégagée par un corps; et il est des cas, où la quantité de chaleur pourra être considérable, sans que le thermomètre marque la moindre élévation. Nous allons en donner un exemple relativement aux procédés de mouture. Supposons deux systèmes de meules, l'un horizontal et l'autre vertical, l'un tournant autour d'un axe vertical et l'autre autour d'un axe horizontal; le premier écrasant le grain entre deux surfaces planes, et l'autre entre deux surfaces courbes à peu près concentriques à son axe. Supposons que, dans l'un ou l'autre système, le grain éprouve le même choc: la quantité de chaleur dégagée sera exactement la même; et pourtant, si l'on place un thermomètre dans la masse de farine qui s'écoule d'entre les meules, on trouvera que, chez les meules horizontales, le thermomètre monte à environ 35° en été, et que chez les autres il descend de trois ou quatre degrés au moins au-dessous de la température ambiante. On aurait tort de conclure de là que celles-ci échauffent moins la farine que celles-là; car la différence thermométrique vient uniquement de la différence des conditions atmosphériques dans l'un et l'autre cas; chez les meules horizontales l'air ne se renouvelle pas entre les meules où se produit le choc; chez les meules verticales, au contraire, l'air circule, avec la rapidité que peut lui imprimer une circonférence qui décrit 400 tours par minute, entre les surfaces contondantes, et s'empare de la chaleur dégagée par le choc, de molécule à molécule. Le thermomètre placé à l'issue de la farine se trouve placé au milieu d'un courant d'air froid, dans le système vertical; tandis que, dans le système horizontal, rien de semblable n'arrive.

D'un autre côté, les expressions relatives à l'échauffement des

corps doivent toutes être reformées, d'après ce que nous dirons dans la quatrième partie de cet ouvrage. La farine s'échauffe au soleil ou sur le feu, car là elle prend de la chaleur; elle se refroidit quand elle nous paraît chaude; elle perd de son calorique, quand elle nous en cède. Elle se refroidit sous le choc de la meule, puisqu'elle donne de la chaleur; le choc dépouille ses atomes de leurs couches isolantes de calorique; le choc les rapproche entre eux. Le mot échauffement de farines sous la meule équivaut donc à celui de refroidissement ou plutôt de tassement; et cet échauffement à rebours nuit à la qualité des farines, lorsqu'il est porté à l'excès, en ce que le gluten, qui est élastique, devient rigide et ligneux, en raison du rapprochement de ses molécules; or partout où il y a choc, ce rapprochement a lieu. Plus les gruaux d'une farine subiront de chocs, plus le gluten perdra de ses propriétés ductiles.

II. DILATATION MORBIDE DE LA PUPILLE (page 297).

(1667 *bis*). Il n'est pas besoin d'admettre que la substance de l'iris est musculaire, pour expliquer dans tous les cas la dilatation de la pupille. Ce phénomène se produit toutes les fois que les muscles de l'œil ramènent le globe en devant, et augmentent ainsi son diamètre transversal aux dépens de la longueur du diamètre longitudinal. Cette dilatation ne saurait être que passagère. Une dilatation plus durable est celle qui est produite par la turgescence du globe de l'œil, par l'augmentation de volume de l'humeur vitrée; phénomène qui, en poussant le cristallin vers l'iris, doit nécessairement en agrandir l'ouverture. Ce dernier cas maladif n'est point un fait local, mais le résultat d'un trouble général dans les fonctions de l'économie; aussi est-ce par un traitement interne et débilitant qu'on parvient à en faire disparaître les effets.

III. AGGLUTINATION DES SURFACES (pages 274 et 521).

(2013 *bis*). Dans le III volume, pag. 95, nous aurons l'occasion de faire l'application de cette théorie de l'aspiration, aux phénomènes de rapprochement des surfaces amputées. C'est par le mécanisme de la même loi que deux surfaces épidermiques s'agglutinent entre elles; elles s'aspirent mutuellement; le vide se produit entre les

deux surfaces, la pression atmosphérique les rapproche, le sang afflue dans les capillaires de ce nouveau centre d'élaboration et d'aspiration; et lorsqu'on sépare les deux surfaces préalablement rapprochées, on les trouve d'autant plus fortement injectées, que le rapprochement a duré plus long-temps.

IV. MALADIES DE LA PEAU (page 615).

(3003 *bis*). Dans le résumé que j'ai publié, dans le journal *l'Expérience*, 15 mars 1838, n° 27, pag. 428, j'ai décrit un fait d'observation qui ne s'est présenté à moi que postérieurement à l'impression du II[e] volume du présent ouvrage. Il milite en faveur de l'opinion que j'ai adoptée sur l'origine entomologique des maladies de la peau.

Un enfant mâle, âgé de 15 ans, fut pris, à quelques lignes au-dessus du bout du sein droit, d'une démangeaison des plus insupportables, laquelle ne tarda pas à être accompagnée d'une rougeur qui s'étendait de proche en proche, et avait acquis le lendemain le diamètre d'un écu de cinq francs. Le surlendemain il se forma une nouvelle tache à quelques lignes de distance de la première. Les figures 13, pl. VII, et 4, pl. X, de Rayer *Traité des maladies de la peau*, représenteraient assez bien l'aspect général et la configuration de ces taches, si ces figures offraient, sur leur surface, un travail de petits points noirs visibles, mais peu déterminables à la vue simple. Ces taches appartenaient donc à un *impetigo*, à un *lichen*, à une dartre vive, si l'on veut; elles offraient une surface circulaire, purpurine, chagrinée, ou plutôt marquée de séries de granulations, rayonnantes du centre à la circonférence; et des ondulations concentriques de points noirs espacés entre eux. A la loupe, tous ces petits points noirs affectaient la forme de tout autant d'écussons lisses, ovales, incrustés assez profondément dans le tissu de la tache, et atteignant jusqu'à un demi-millimètre dans leur plus grand diamètre. J'en enlevai un certain nombre; ils se détachèrent régulièrement, laissant un chaton assez profond dans la plaie, d'où suinta un liquide limpide. En examinant le reste de la surface de la tache, on voyait ces écussons s'effacer pour ainsi dire en s'agrandissant, et, de passage en passage, finir par ne plus offrir de distinct qu'un contour

marqué de points noirs par les écussons que nous venons de décrire. J'avais sous les yeux, sous le rapport de la forme générale, et sous celui du développement, l'analogue de ces *kermès* qui s'attachent à l'écorce des végétaux, restent immobiles à la place qu'ils ont une fois adoptée, pondent sans se déplacer, se laissent dévorer par leur progéniture, et meurent épuisés par le développement de leurs enfants qui se tiennent abrités sous la peau de la mère, comme sous un bouclier, jusqu'à ce qu'ils soient en état de se suffire à eux-mêmes, et d'aller se fixer à leur tour dans le voisinage du lieu natal, pour y pondre et y mourir comme avait fait leur mère; d'où il arrive que chaque émigration produit un cercle de points concentriques au point originel. Je plaçai sur le microscope un de ces écussons; son opacité ne me permit pas de lire dans son intérieur, je n'y remarquai pas le moindre accident de surface; mais il sortit de dessous la circonférence, dans l'eau du porte-objet, des globes albumineux, ovoïdes, absolument semblables aux globules du sang des batraciens (pl. 8, fig. 21 *b''*) et qui s'étendaient comme eux dans l'eau, en présentant un noyau central sur leur aire (3448); circonstance qui ajoute encore davantage à l'analogie; car lorsqu'on place au microscope un kermès non encore fixé, du laurier-rose, sur une goutte d'acide sulfurique, pour augmenter la transparence des tissus et lire dans l'intérieur des organes, on aperçoit dans la région abdominale une agglomération d'œufs, dont la configuration rappelle absolument celle des corps que nous venons de décrire. Les *impetigo*, *lichen* et dartres nous semblent donc être l'œuvre d'un insecte analogue, si ce n'est identique, aux *kermès* des végétaux; et cette analogie une fois admise, on comprend facilement le mécanisme du développement des taches par rayonnements et par ondulations concentriques; le point central étant la souche de la peuplade; le premier cercle, la rangée de la première génération; le second cercle, la rangée de la deuxième génération, et ainsi de suite.

Guidé par ces idées d'analogie, j'eus recours à un analogue traitement. Je plaçai une compresse d'eau-de-vie camphrée sur les deux taches: les démangeaisons cessèrent presque subitement; la deuxième tache cessa de s'étendre, elle en resta à ses premières dimensions; la première tache en date s'oblitéra peu à peu, et en trois jours il ne restait plus de traces ni de l'une ni de l'autre.

V. PETITE VÉROLE ET VIRUS DU VACCIN (page 617).

(3006 *bis*). Les rapprochements que nous avons publiés dans le journal *l'Expérience*, 15 mars 1838, pag. 428, sur la variole, paraissent avoir fixé l'attention des médecins de la capitale; cela m'engage à entrer dans quelques détails que j'avais omis, les jugeant trop incomplets. Le virus-vaccin ne doit pas être confondu avec le virus de la petite vérole; car le virus-vaccin ne se propage pas sur la peau et ne se communique pas au contact; la vaccine, en un mot, ne s'attrape pas, comme la petite vérole. Si donc la petite vérole était, comme nous en sommes convaincu, l'œuvre d'un acaridien, ce n'est pas dans le produit morbide du virus-vaccin qu'il faudrait se mettre à la recherche de l'insecte, mais bien dans les boutons commençants de la variole elle-même, car c'est là que se trouvent les caractères de sa présence. Le virus-vaccin ne saurait être, dans le cas où l'hypothèse se réaliserait, que le pus lui-même produit par l'œuvre de l'insecte, pus dont la présence imprime désormais aux tissus une qualité qui n'est plus du goût de l'insecte ravageur, et qui le fait fuir de proche en proche; car les acaridiens adultes ne vivent jamais dans le pus, dont leur présence a déterminé la formation. Il pourrait donc se faire que le virus-vaccin préservât de la petite vérole, quoique ne renfermant pas un seul œuf de l'insecte qui propage la petite vérole; pas plus que ne doit en renfermer le liquide des pustules purulentes de la petite vérole. D'un autre côté, il pourrait se faire que le virus-vaccin renfermât quelques œufs, sans acquérir pourtant des qualités contagieuses; l'œuf insinué entre le derme et l'épiderme à la pointe de la lancette, ne se trouvant plus dès lors dans les conditions que la prévoyance maternelle est seule en état de réaliser. Mais, avant de prononcer qu'un liquide ne renferme rien d'analogue à un globule, ayez soin de l'étudier, en diminuant l'intensité de la lumière; on ne distingue les globules diaphanes, au microscope, qu'en abaissant le jour; et l'on ne saurait croire combien de gens se trouvent pris à cet écueil de l'observation microscopique (571).

Nous avons cherché à observer le virus-vaccin sur notre petite fille, vaccinée, à l'âge de quatre mois environ, vers le milieu de mars 1837; nous n'y avons aperçu que ce que l'on rencontre dans

toutes les espèces de matières purulentes, c'est-à dire de liquides albumineux sécrétés par un organe morbide. L'albumine s'y trouve à deux états différents, à l'état de précipité globulaire et à l'état de dissolution (3458). Ce produit offre donc deux ordres de substances, une portion laiteuse et une portion limpide comme l'eau distillée. Par la dessiccation, ce produit se fendille, comme nous l'avons dit du sérum du sang (3514); et les observateurs non avertis seraient exposés à prendre l'effet du retrait du liquide qui se dessèche, pour un caractère d'une cristallisation spéciale à ce produit. Que le liquide abonde ensuite en hydrochlorate d'ammoniaque, c'est un fait qui lui est commun, avons-nous établi dans la première édition du *Nouveau système de chimie organique*, avec tous les liquides albumineux et avec presque tous les liquides animaux, chez lesquels l'albumine est moins abondante.

VI. Ascaride vermiculaire (page 625).

(3018 *bis*). L'ascaride vermiculaire, ce ver rongeur de l'homme, depuis l'enfance jusqu'à la mort, est un helminthe blanc comme un fil de coton, diaphane comme le verre, qui atteint en longueur jusqu'à cinq millimètres, et dont la forme extérieure rappelle tout-à-fait celle du vibrion du vinaigre et de la farine en fermentation acide, à l'exception que la portion antérieure est semi-vésiculaire, et que là le corps paraît bordé de chaque côté d'un renflement plus transparent. Cet insecte se meut comme l'anguille par des mouvements en S. Aux trois quarts environ de son corps est l'ouverture anale, qui est en même temps l'ouverture vaginale. Là, le corps commence à se terminer en une queue courbe, amincie, roide et cornée, avec laquelle il titille les chairs. Nous ne saurions trop inviter les médecins à ne jamais perdre de vue la présence de ces insectes dans les divers cas maladifs, qui affectent à la fois les membres d'une même famille. En général on attache une trop grande importance, comme caractère, à la présence ou à l'absence des démangeaisons du nez. Les ascarides peuvent faire les plus grands ravages, dans toute l'étendue du canal alimentaire, sans donner ce signe classique de leur présence. Ce signe n'est qu'un cas particulier de leur émigration; les plus jeunes en effet se glissent dans la cavité buccale, dans les anfractuosités pulmonaires, dans les fosses nasales; de là toux opiniâtre dans le second cas, et pru-

rit ou éternuement violent dans le second. Les personnes envahies éprouvent fréquemment aussi ce même prurit au fondement ; prurit incommode et impatientant. On est sûr alors que les ascarides se dirigent en dehors vers les muqueuses des organes sexuels, qu'ils irritent de mille manières différentes.

Les familles principalement affectées de cette vermine sont celles qui contractent l'habitude d'un régime laiteux et sucré. Elles guérissent radicalement, dès qu'elles adoptent le régime épicé et les boissons alcooliques ; ne craignez pas, dans ces sortes d'accidents, d'exagérer un peu la dose de poivre qui entre comme condiment dans les préparations culinaires ; le soulagement du malade sera instantané (3662). Il est peu de gastrites, gastralgies, entérites qui ne tirent leur origine de la présence de ces parasites infiniment petits ; et il existe, dans les auteurs classiques, des cas de toux opiniâtres, qui n'ont cédé qu'aux drastiques anthelmintiques.

VII. EFFETS DU CAMPHRE CONTRE LES INSECTES RAVAGEURS (page 644).

(3055 *bis*). J'ai eu occasion, ce printemps, de renouveler mes essais sur ce procédé; voici quelques uns des résultats les plus saillants que j'ai obtenus. Au mois d'avril, une foule de jeunes bourgeons à feuilles et à fleurs de pommiers et de poiriers, se trouvaient attaqués d'une espèce de *cloque*, produite par la présence de la jeune chenille de ces arbres, qui enlaçait, agglutinait et cousait, pour ainsi dire, ensemble, le faisceau de feuilles, en sorte que le cœur du bourgeon lui servait de pâture et les feuilles externes d'abri. J'émiettais quelques parcelles de camphre sur les bourgeons attaqués, et le lendemain je les trouvais épanouis ; le cœur du bourgeon, abandonné par la chenille, s'était développé, et avait rompu, par sa force d'expansion, les liens qui tenaient les feuilles externes attachées ensemble. Toutes les fois que le même phénomène se présentait à mes yeux, j'avais recours au même expédient, et j'ai toujours obtenu le même résultat. Cependant il faut avouer que les chenilles, larves imparfaites, sont parmi les insectes ceux qui se montrent les plus rebelles à l'action du camphre, et le bravent de plus près ; il faut que le camphre les touche presque pour que l'odeur les mette en fuite.

Il n'en est pas de même des insectes parfaits ; on les éloigne à

de grandes distances, et on force la plupart à s'expatrier, par une parcelle de camphre grosse comme une tête d'épingle. Ainsi un mur assez vieux d'espalier avait été envahi par un assez grand nombre de fourmilières, dont chacune avait pris possession de l'un des trous pratiqués dans les joints des pierres de taille. On les voyait se promener processionnellement, en un long cordon noir, depuis la base du mur jusqu'à la corniche. Le 8 mai, à 4 heures, je plaçai une parcelle de camphre à l'ouverture de chaque trou que je pus découvrir ; je vis aussitôt les fourmis reculer avec horreur, au lieu d'entrer, et celles qui étaient dedans sortir avec un empressement extraordinaire ; le lendemain, toute la colonie avait émigré ; à peine rencontrait-on çà et là un ou deux traînards, et qui peut-être arrivaient là pour la première fois du voisinage. Tant que le camphre a duré, le mur est resté solitaire. Contre les vers qui rongent les racines, tels que le ver blanc ou ver du hanneton, j'ai obtenu des résultats assez appréciables, en arrosant, avec de l'eau recueillie dans les tonneaux qui avaient servi au transport des huiles grasses ; l'odeur de l'huile les incommode peut-être autant, que la substance elle-même, en s'attachant à leurs stigmates respiratoires.

FIN DES NOTES ADDITIONNELLES DU TOME DEUXIÈME.



